HARVARD UNIVERSITY.

LIBRARY

OF THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOÖLOGY.

4715.
Exchange.

October 5, 1903.

OCT 5 1903

AUSGEGEBEN IM JULI 1903.

11,716

BERICHTE

DER

NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT

ZU

FREIBURG I. BR.

IN VERBINDUNG MIT

DR. DR. F. HILDEBRAND, F. HIMSTEDT, J. LÜROTH, J. VON KRIES,
G. STEINMANN, A. WEISMANN, R. WIEDERSHEIM,
PROFESSOREN AN DER UNIVERSITÄT FREIBURG,

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. K. GERHARDT.

DREIZEHNTER BAND

MIT 14 TAFELN UND 42 ABBILDUNGEN IM TEXT.

SELBSTVERLAG DER GESELLSCHAFT.

KOMMISSIONSVERLAG VON J. C. B. MOHR (PAUL SIEBECK) IN TÜBINGEN UND LEIPZIG.

FREIBURG I. BR.
C. A. WAGNERS UNIVERSITÄTS-BUCHDRUCKEREI.
1903.

AUSGEGEBEN IM JULI 1903.

BERICHTE

DER

NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT

ZU

FREIBURG I. BR.

IN VERBINDUNG MIT

DR. DR. F. HILDEBRAND, F. HIMSTEDT, J. LÜROTH, J. VON KRIES,
G. STEINMANN, A. WEISMANN, R. WIEDERSHEIM,
PROFESSOREN AN DER UNIVERSITÄT FREIBURG,

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. K. GERHARDT.

DREIZEHNTER BAND

MIT 14 TAFELN UND 42 ABBILDUNGEN IM TEXT.

SELBSTVERLAG DER GESELLSCHAFT.

KOMMISSIONSVERLAG VON J. C. B. MOHR (PAUL SIEBECK) IN TÜBINGEN UND LEIPZIG.

FREIBURG I. BR.
C. A. WAGNERS UNIVERSITÄTS-BUCHDRUCKEREI.
1903.

OCT 5 1903

Inhalt

des XIII. Bandes.

Seite

Ueber die Zersetzungsgeschwindigkeit der Brombernsteinsäure in wässeriger Lösung. Von *Wolf Müller* 1

Ein Beitrag zur Kenntnis der Lagerungsverhältnisse in den Freiburger Alpen. Mit 5 Figuren im Text. Von *H. Keidel* 23

Beiträge zur Kenntnis des kohlensauren Kalkes. Mit 9 Figuren im Text. Von *Wilhelm Meigen* 40

Induktionswirkung im Dielektrikum und Bewegung des Aethers. Mit 1 Figur im Text. Von *J. Koenigsberger* . . . 95

Ueber die Ionisierung der Luft durch Wasser. Von *F. Himstedt* 101

Beiträge zur Kenntnis der Fauna des unteren Lias in der Val Solda. Geologisch-paläontologische Studien in den Comasker Alpen. I. Mit 8 Tafeln. Von Freiherr *von Bistram* 116

Geologische Untersuchungen im Plessurgebirge um Arosa. Mit 1 Karte, 1 Panorama, 4 Profiltafeln und 20 Figuren im Text. Von *Henry Hoek* 215

Die Reste eines neolithischen Gräberfeldes am Kaiserstuhl. Mit 7 Figuren im Text. Von Privatdozent Dr. *Eugen Fischer* . . . 271

Ueber die Zersetzungsgeschwindigkeit der Brombernsteinsäure in wässeriger Lösung.

I. Der Reaktionsverlauf bei 50°*).

Von

Wolf Müller.

Einleitung.

Wird die Geschwindigkeit eines chemischen Vorganges durch Zusatz eines Stoffes beeinflusst, der sich nach Ablauf der Reaktion im gleichen Zustande befindet wie vorher, so nennen wir diesen Vorgang einen katalytischen. Wird ein Stoff, welcher eine Reaktion katalysieren kann, im Verlauf dieser Reaktion selbst gebildet oder verbraucht, so nennen wir eine derartige Reaktion eine Autokatalyse[1]. Diese Erscheinung wurde von Ostwald und Henry[2] an der Bildung von Laktonen aus Oxysäuren und gleichzeitig von Collan[3] an dem Uebergang der Oxymethyl-Benzoësäure in ihr Phtalid studiert. Später zeigte H. Goldschmidt[4], dass der Verlauf der spontanen Esterbildung einer Autokatalyse entsprach.

Bei allen diesen Vorgängen wirken die Wasserstoffjonen als beschleunigende Katalysatoren. Ausserdem verschwinden im Laufe der Reaktion die katalysierenden Jonen, d. h., die Wasserstoffjonen sind ein Bestandteil des bei der Reaktion verschwindenden Systems. Die interessanten Eigenschaften dieser Jonen lassen es von Interesse

* Ueber Versuche bei verschiedenen Temperaturen wird später berichtet werden.

[1] Ostwald, Sächs. Ak. Ber. 1890 Bd. 42 S. 189.

[2] Henry, Zeitschr. f. phys. Chem. 1892 Bd. 10 S. 96.

[3] Collan, desgleichen, S. 130.

[4] Goldschmidt, BB. Bd. 29 S. 2208.

erscheinen, die Reaktionsgeschwindigkeit in einem Fall zu untersuchen, in welchem sie entstehen. Dies liegt bei dem Zerfall der Brombernsteinsäure in wässriger Lösung vor, dessen Verlauf bei 50° den Inhalt vorliegender Abhandlung bildet.

Die Untersuchungen erstrecken sich nun darauf, die Geschwindigkeit des Zerfalls in möglichst weiten Konzentrationsgrenzen festzustellen und weiterhin den Einfluss des Zusatzes von starken Säuren zu konstatieren. Da die Reaktion die Erscheinung der chemischen Induktion in hohem Masse zeigt, wurden einige Versuche angestellt, die sich auf diese speziell beziehen.

Ueber die Produkte der freiwilligen Zersetzung wässeriger Brombernsteinsäurelösungen sind in der Litteratur verschiedene Angaben vorhanden. FITTIG und DORN[1] fanden eine Notiz von KEKULÉ[2], dass sich bei der Zersetzung Apfelsäure und Bromwasserstoffsäure bilde, nicht bestätigt, sondern geben an, dass in mässig konzentrierten Lösungen nur Fumarsäure gebildet wird. Ebenso giebt VOLHARDT[3] das Eindampfen wässeriger Brombernsteinsäurelösungen als Darstellungsmethode für Fumarsäure an. Im Gegensatz dazu erhielt TANATAR[4] bei längerem Erhitzen verdünnter Brombernsteinsäurelösungen vorwiegend Apfelsäure, und WALDEN[5] fand bei Verwendung optisch aktiver Brombernsteinsäure, dass Gemische von Fumarsäure und optisch aktiver Apfelsäure entstanden. Die Bildung von Brombernsteinsäure erfolgt beim Behandeln sowohl von Fumarsäure[6], wie auch von Apfelsäure[7] mit bei 0° gesättigter Bromwasserstoffsäure im Rohr bei 100°.

Da jedoch Apfelsäure durch konzentrierte Bromwasserstoffsäure leicht in Fumarsäure übergeführt wird, was schon KEKULE gezeigt hat, so geht die Bildung der Brombernsteinsäure wahrscheinlich nur durch Anlagerung von Bromwasserstoff an Fumarsäure vor sich. Um einen Anhalt über diese Verhältnisse zu gewinnen, wurden die Zersetzungsprodukte einer etwa *2 n* und einer *0,02 n* Brombernsteinsäurelösung durch Eindampfen isoliert, wobei sich zeigte, dass im ersten Fall keine Spur von Apfelsäure gebildet wurde, im zweiten Fall etwa die Hälfte der zurückbleibenden organischen Säure aus Apfelsäure bestand.

---

[1] FITTIG und DORN, A. Bd. 188 S. 87.
[2] KEKULÉ, A. Sup. Bd. 1 S. 133.
[3] VOLHARDT, A. 268, 265.
[4] TANATAR, A. Bd. 273 S. 39.
[5] WALDEN, BB. Bd. 32 S. 1840.
[6] FITTIG, l. c.
[7] KEKULÉ, A. 130, 21.

Bei der Zersetzung von Brombernsteinsäure mit Alkalien entsteht nur Apfelsäure, es scheint also das Verhältnis von gebildeter Fumarsäure zu gebildeter Apfelsäure von der Acidität der Lösung so abzuhängen, dass mit der Menge der vorhandenen Säure die Menge der gebildeten Fumarsäure wächst.

Für die Verfolgung der Reaktionsgeschwindigkeit ist es nun gleichgiltig, ob Fumarsäure oder Apfelsäure gebildet wird, weil die Normalität der entstehenden Säure in beiden Fällen die gleiche ist. Ob die Verschiedenheit der bei verschiedenen Konzentrationen gebildeten Fumar- bezw. Apfelsäuremengen auf den Reaktionsverlauf einen Einfluss hatte, mussten Geschwindigkeitsversuche in möglichst weiten Konzentrationsgrenzen zeigen.

Da ein solcher Einfluss, wie aus dem Folgenden hervorgehen wird, nicht vorhanden war, wurde vorläufig darauf verzichtet, dieses Verhältnis bei verschiedenen Konzentrationen genau zu ermitteln. In den Formeln soll deshalb auch immer der Einfachheit halber nur Fumarsäure geschrieben werden, was bei grösseren Konzentrationen auch sicher richtig ist.

Wie schon gesagt, lässt sich die Brombernsteinsäure aus Fumarsäure und Bromwasserstoff darstellen. Es besteht also ein Gleichgewicht zwischen diesen Körpern, das wir folgendermassen schreiben können:

$$C_4 H_5 O_4 Br \rightleftarrows C_4 H_4 O_4 + HBr$$

Für dieses Gleichgewichtssymbol gilt folgende Gleichung:

$$\frac{(C_4 H_4 O_4) \cdot (HBr)}{(C_4 H_5 O_4 Br) \cdot V} = k$$

Hierin bedeuten die eingeklammerten chemischen Formeln die Mengen der reagierenden Stoffe, V das Reaktionsvolumen und k die Gleichgewichtskonstante. Da nun eine Bildung von Brombernsteinsäure erst bei sehr grossen Konzentrationen, d. h. kleinem Reaktionsvolumen vor sich geht, so ist leicht ersichtlich, dass bei grossem Volumen die Reaktion vorwiegend im Sinn des oberen Pfeils im Gleichgewichtssymbol vor sich geht. Dies wurde durch die Versuche bestätigt; die Reaktion verlief bei den untersuchten Konzentrationen von *0,25* bis *0,01 n* praktisch genommen vollständig.

Als Versuchstemperatur wurde die Temperatur von 50° gewählt, weil diese einerseits leicht auf längere Zeit konstant gehalten werden konnte und andererseits die Reaktion dabei mit bequem messbarer Geschwindigkeit vor sich ging.

Versuchsanordnung und Arbeitsmethode.

Die Versuchsanordnung war im allgemeinen die von OSTWALD[1] und seinen Schülern benutzte. Als Thermostaten dienten grosse mit einem Siebboden versehene Emailtöpfe. Der Siebboden war über einen Reifen aus Bandeisen ausgespannt, das Gestell des Reifens bestand aus 3 Bandeisen, welche in gleicher Höhe unten rechtwinklig abgebogen und im Treffpunkt in der Mitte mit einer Messingplatte vernietet waren. Diese Messingplatte war mit einem Körner versehen, in welchem die zum Rühren benutzte OSTWALD'sche Windmühle lief. Die Temperaturregulierung geschah durch einen OSTWALD'schen[2] Toluolregulator mit REICHERT'scher Regulierschraube. Bei den einzelnen Versuchen konnte die Temperatur des schwankenden Gasdruckes halber nur auf 0,1° bis 0,2° genau konstant gehalten werden. Die Versuchstemperatur verschiedener Versuche schwankte zwischen 48,8° und 50,5°; die Temperatur wurde an einem in $^1/_5$° geteilten Thermometer abgelesen. Zur Aufnahme der zu untersuchenden Flüssigkeiten dienten gut ausgedämpfte Kölbchen aus jenenser Glas von etwa 100 ccm Inhalt.

Zum Verschluss waren paraffinierte Korkstopfen verwendet, welche durch Bleikappen am Abfliegen verhindert wurden. Die Kölbchen selbst waren mit Bleiplatten beschwert. Die zu den Versuchen dienende Brombernsteinsäure war von Kahlbaum in Berlin bezogen. Sie enthielt wechselnde Mengen (bis zu 15%) Fumarsäure und musste deshalb sorgfältig gereinigt werden. Nachdem zu diesem Zweck verschiedene Lösungsmittel, Aceton u. a., benutzt worden waren, stellte sich als das zweckmässigste Verfahren folgendes heraus. Die Brombernsteinsäure wurde in möglichst wenig kaltem Wasser gelöst, wobei die Fumarsäure beinahe vollständig zurückblieb. Diese wässrige Lösung wurde dann mit reinem Aether ausgeschüttelt, der ätherische Auszug durch Stehen über entwässertem Glaubersalz getrocknet und die Säure durch Verdunstenlassen des Aethers zurückgewonnen. Falls einmalige Reinigung nicht genügte, wurde sie solange wiederholt, bis eine Säure resultierte, die bei der Titration höchstens um 0,1% vom theoretischen Werte differierte. Zu den Titrationen wurde Barytwasser in zwei Normalitäten (etwa $^1/_{10}$ und $^1/_{50}$ *n*) verwendet. Die Titerstellung geschah teils gewichtsanalytisch, teils gegen Oxalsäure, der Titer wurde

[1] OSTWALD, Journal f. prakt. Chem. Bd. 29 S. 388 u. Bd. 31 S. 308.
[2] OSTWALD, Zeitschr. f. phys. Chem. Bd. 35 S. 216.

häufig kontrolliert. Die Herstellung der Versuchsflüssigkeiten geschah durch Verdünnen einer Urlösung mit Pipetten. Sämtliche Flüssigkeiten waren vorher auf die Versuchstemperatur gebracht, sodass eine Temperaturkorrektion nicht nötig war. Ebenso wurde bei den Versuchen mit Säurezusatz verfahren. Ein Beispiel kann die erreichte Genauigkeit am besten zeigen. Gelöst wurden 4,925 Gramm Brombernsteinsäure in 250 ccm Wasser = *0,2 n*. Durch Titration gefunden *0,1998 n*, die Verdünnung geschah nach folgendem Schema.

S.	*W.*	*Ti* gef.	*Ti* ber.
100	0	0,1998	0,200
50	50	0,0999	0,100
30	70	0,0602	0,0600
20	80	0,01996	0,0200
10	90	0,00995	0,0100

In dieser Tabelle bedeutet *S* die Anzahl ccm *0,2 n* Säure, *W* die Anzahl cbcm Wasser, *Ti* gef., den durch Titration gefundenen Titer, *Ti* ber. den aus *0,2* berechneten Titer.

Bei den Versuchen mit Salzsäure wurde genau *2 n* Säure zum Zusetzen verwendet. Die Bestimmung der Geschwindigkeit geschah durch Titration von je 5 oder 10 ccm der Versuchsflüssigkeit. Zur Verwendung kamen nur geaichte Messgeräte.

Messungen und Berechnung derselben.

Im folgenden gebe ich nun die Tabellen über sämtliche Versuche, welche zu den Berechnungen verwendet worden sind. In der ersten Kolonne wird die Zeit in Stunden, in der zweiten die jeweils verbrauchten ccm Barytwasser, in der dritten die daraus berechnete Normalität stehen. Bei den Versuchen mit Säurezusatz wird in der vierten Kolonne die Differenz zwischen Gesamtnormalität und Normalität der zugesetzten Säure stehen.

Zeit	Titer	Norm	Zeit	Titer	Norm
Versuch 1			Versuch 2		
0	44,9	0,2466	0,0	17,88	0,1998
7,435	46,9	0,2580	2,083	18,05	0,2017
23,36	49,0	0,2630	5,550	18,64	0,2083
48,03	51,1	0,2807	7,367	18,86	0,2107
102,3	54,3	0,2983	23,034	20,20	0,2258
198,2	57,2	0,3142	29,450	20,69	0,2312
311,4	60,2	0,3307	49,617	21,40	0,2391
			73,55	22,14	0,2474

Zeit	Titer	Norm	Zeit	Titer	Norm
Versuch 3			**Versuch 4**		
0	16,9	0,1964	0	8,95	0,1043
5,000	17,6	0,2046	1,000	9,05	0,1054
32,66	19,7	0,2192	5,168	9,55	0,1138
51,91	20,25	0,2353	8,168	9,85	0,1147
95,66	21,3	0,2476	18,60	10,50	0,1223
167,1	25,8	0,2612	42,42	11,3	0,1316
287,7	27,1	0,2743	66,08	11,7	0,1363
∞	28,8	0,2915	89,25	12,0	0,1398
			138,7	12,4	0,1444
			∞	13,1	0,1526
Versuch 5			**Versuch 6**		
0	4,50	0,1006	0	8,94	0,09989
16,92	5,25	0,1173	2,167	9,06	0,1012
39,92	5,71	0,1276	5,417	9,50	0,1062
66,33	5,90	0,1319	7,367	9,70	0,1084
142,8	6,30	0,1406	23,034	10,60	0,1184
192,5	6,48	0,1448	29,584	10,83	0,1210
241,0	6,55	0,1464	49,634	11,34	0,1267
			73,634	11,75	0,1313
Versuch 7			**Versuch 8**		
0	4,44	0,09922	0	8,89	0,09934
24,583	5,29	0,11824	7,383	9,71	0,1085
69,2	5,72	0,12782	48,85	10,72	0,1198
95,2	5,90	0,13186	79,683	11,50	0,1285
141,833	6,10	0,13632	102,683	11,80	0,1319
233,333	6,35	0,14192	120,166	12,00	0,1341
			192,916	12,55	0,1401
Versuch 9			**Versuch 10**		
0	17,95	0,0986	0	5,24	0,05854
7,084	20,05	0,1101	16,633	5,78	0,06458
22,87	20,7	0,1137	24,1	6,58	0,07352
47,37	21,7	0,1192	54,933	7,10	0,07934
101,5	23,05	0,1266	78,033	7,25	0,081
197,55	24,35	0,1338	95,5	7,33	0,08191
311,2	25,2	0,1384	168,25	7,66	0,08559

Zeit	Titer	Norm	Zeit	Titer	Norm
Versuch 11			**Versuch 12**		
0	21,25	0,06024	0	9,15	0,05026
1,067	21,40	0,06066	7,55	10,10	0,05509
2,633	21,73	0,0616	23,37	10,95	0,06015
5,716	22,80	0,06463	47,68	11,65	0,06399
7,416	23,310	0,06607	102,0	12,35	0,06784
23,133	26,09	0,07396	198,3	12,9	0,07086
29,749	26,75	0,07582	311,4	13,2	0,07251
48,916	28,37	0,08043			
Versuch 13			**Versuch 14**		
0	4,49	0,05018	0	14,2	0,04025
6,8	4,95	0,05506	0,833	14,29	0,04051
24,267	5,15	0,05755	3,216	14,7	0,04167
55,08	6,15	0,06873	4,216	15,03	0,04261
78,13	6,24	0,06973	5,833	15,53	0,04403
95,63	6,30	0,07039	21,616	17,98	0,05097
168,363	6,57	0,07342	30,799	18,66	0,05289
			48,466	19,44	0,05511
			95,883	20,52	0,05817
Versuch 15			**Versuch 16**		
0	10,60	0,03005	0	7,25	0,02055
3,316	11,05	0,03133	3,167	7,5	0,02126
4,316	11,29	0,03201	4,167	7,66	0,02171
6,233	11,71	0,0332	6,050	7,97	0,02259
21,716	13,94	0,03952	21,600	9,55	0,02706
30,883	14,30	0,04053	30,783	9,90	0,02807
48,5	14,92	0,0423	48,35	10,25	0,02906
Versuch 17			**Versuch 18**		
0	7,04	0,01996	0	3,54	0,01003
1,167	7,11	0,02016	1,317	3,57	0,01012
2,617	7,29	0,02066	3,400	3,74	0,0106
5,733	7,85	0,02225	4,400	3,86	0,01094
7,483	8,10	0,02296	6,367	4,13	0,01171
23,116	9,55	0,02707	21,867	5,00	0,01417
29,749	9,71	0,02752	31,067	5,18	0,01468
49,949	10,19	0,02888			

Zeit	Titer	Norm
Versuch 19		
0	3,51	0,00995
2,533	3,52	0,00997
5,583	4,00	0,01134
7,416	4,27	0,0121
23,033	4,99	0,01414
29,633	5,15	0,0146
48,833	5,21	0,01477

Versuche unter Zusatz von Bromwasserstoffsäure.

Zeit	Titer	Norm	Norm $-a$	Zeit	Titer	Norm	Norm $-a$
Versuch 20				**Versuch 21**			
0	19,1	0,2219	0,1969	0	21,1	0,2452	0,1952
5,017	19,3	0,2243	0,1993	4,968	21,3	0,2476	0,1976
32,67	20,6	0,2394	0,2144	32,60	22,20	0,2580	0,2080
51,94	21,25	0,2470	0,2220	51,88	22,8	0,2650	0,2150
95,67	22,3	0,2592	0,2342	95,63	23,8	0,2766	0,2266
167,1	27,02	0,2735	0,2485	167,2	28,25	0,2910	0,2410
287,7	28,50	0,2885	0,2635	287,7	30,35	0,3073	0,2573
∞	31,2	0,3159	0,2909	∞	32,3	0,3270	0,2770
Versuch 22				**Versuch 23**			
0	25,4	0,2952	0,1952	0	31,35	0,3643	0,1952
4,985	25,5	0,2963	0,1963	5,00	31,35	0,3643	0,1952
32,61	26,15	0,3039	0,2029	32,60	31,9	0,3708	0,2017
51,90	26,65	0,3097	0,2097	51,90	32,2	0,3743	0,2052
95,65	27,4	0,3181	0,2181	95,62	33,0	0,3835	0,2144
167,2	32,25	0,3264	0,2264	167,2	38,95	0,3943	0,2252
287,7	34,42	0,3484	0,2484	287,7	40,7	0,4120	0,2429
∞	38,4	0,3886	0,2886	∞	45,45	0,4600	0,2909

Versuche unter Zusatz von Salzsäure.

Zeit	Titer	Zeit	Titer	Zeit	Titer	Zeit	Titer
Versuch 24		**Versuch 25**		**Versuch 26**		**Versuch 27**	
0	47,0	0	48,8	0	25,70	0	26,56
16,42	47,31	24,583	48,9	16,58	25,91	24,5	26,72
39,42	47,52	66,05	49,18	39,58	26,12	66,083	26,85
230	47,53	141,583	49,16	66,17	26,12	95,166	26,84
		233,67	49,40	142,42	26,28	141,749	26,85
				192,2	26,33	233,58	27,15
				240,8	26,42		

Zeit	Titre	Norm	Norm $-a$	Zeit	Titre	Norm	Norm $-a$
Versuch 28				Versuch 29			
0	13,09	0,2925	0,0997	0	13,2	0,2950	0,0992
16,78	13,19	0,2947	0,1019	24,583	13,48	0,3012	0,1054
39,75	13,25	0,2959	0,1031	69,2	13,55	0,3028	0,1070
66,25	13,40	0,2994	0,1066	141,783	13,77	0,3078	0,1120
142,6	13,57	0,3032	0,1104	95,2	13,62	0,3044	0,1086
192,4	13,67	0,3055	0,1127	233,533	13,99	0,3126	0,1168
240,9	13,70	0,3069	0,1141				

Versuch					
20	21	22	23	28	29
$a = 0{,}025$	$a = 0{,}05$	$a = 0{,}1$	$a = 0{,}1691$	$a = 0{,}1983$	$a = 0{,}1958$

Die letzte Tabelle giebt die Normalität a der in den verschiedenen Fällen zugesetzten Säure.

Die zur Berechnung der Versuche notwendigen stöchiometrischen Beziehungen ergeben sich leicht aus der Reaktionsgleichung:

$$C_4 H_5 O_4 Br = C_4 H_4 O_4 + H Br.$$

für 1 Molekül zersetzte Brombernsteinsäure nimmt die Normalität um 1 zu. Der Titer, in Normalität gerechnet, ändere sich von T_0 auf T_x, dann ist $T_x - T_0$ die gebildete Bromwasserstoffsäure, $2(T_x - T_0)$ die gebildete Fumarsäure, daraus folgt der Titer der noch vorhandenen Brombernsteinsäure

$$C_x = T_x - (T_x - T_0) - 2(T_x - T_0) = 3T_0 - 2T_x.$$

Zur Bestimmung der Reaktionsordnung wurde nun versucht, die Molekülzahl nach Van't Hoff[1], sowie nach der Noyes'schen[2] Modifikation dieser Methode zu bestimmen. Dieser Versuch ergab jedoch sehr schwankende Zahlen und es zeigte sich, dass die zur Berechnung verwendeten Anfangs-Werte unter dem Einfluss der chemischen Induktion standen. Da diese ein Ansteigen der Geschwindigkeit in der ersten Reaktionsperiode bedeutet, so entsprachen

[1] Van't Hoff, Studien z. chem. Dynamik. Deutsche Ausgabe. Leipzig 1896. S. 105.

[2] Noyes, daselbst S. 106.

die nach dieser Methode gewonnenen Werte, die alle unter 1 lagen, natürlich nicht dem wirklichen Sachverhalt. Weiterhin wurden Konstanten nach den Gleichungen erster und zweiter Ordnung berechnet, die aber auch entschieden einen Gang zeigten.

Ein Blick auf die Versuche mit Säurezusatz zeigte nun, dass dieser entschieden verlangsamend auf die Reaktion einwirkt. Es wurde deshalb eine solche Reihe, bei welcher der anfängliche Säurezusatz gross war gegen die im Verlauf der Reaktion sich bildende Säuremenge, zur Berechnung verwendet. Hierdurch wurde eine Aenderung des zu Grunde liegenden Reaktionsverlaufes durch die sich bildende Bromwasserstoffsäure vermieden. Es zeigte sich dabei, dass die Reaktion einen monomolekularen Charakter hatte, wie aus folgender Tabelle über den Versuch No. 26 hervorgeht.

t (in Stunden)	T_x	$\log \frac{T_0}{3T_0 - 2T_x}$	$K\,10^4$
142,4	0,1125	0,0132	9,1
192,2	0,1137	0,0146	7,6
240,8	0,1156	0,0170	7,1

Es liegt also ein monomolekularer Vorgang zu Grunde, der durch die sich bildende Bromwasserstoffsäure katalytisch verzögert wird. Es soll nun die Gleichung für diesen Fall aufgestellt werden.

Bekanntlich entspricht der Differentialgleichung für die Reaktion erster Ordnung

$$-\frac{dc}{dt} = k \cdot c \text{ das Integral } \log \frac{c_0}{c_x} = k_1 \cdot t,$$

der Differentialgleichung für die Reaktion zweiter Ordnung

$$-\frac{dc}{dt} = k \cdot c^2 \text{ das Integral } \frac{C_0 - C_x}{C_0 \cdot C_x} = k_2 \cdot t.$$

In diesen Gleichungen bedeutet C_x die Konzentration der reagierenden Molekülart, c_0 deren Anfangskonzentration, k die Reaktionskonstante und t die Zeit.

Um die Gleichung auf unseren Fall anzuwenden, müssen wir c durch den oben erhaltenen Ausdruck

$$3\,T_0 - 2\,T_x$$

ersetzen, dann ist die Anfangskonzentration T_0. Die Gleichungen

lauten dann:

$$\log \frac{T_0}{3\,T_0 - 2\,T_x} = k_1 \cdot t \qquad 1$$

$$\frac{2\,(T_x - T_0)}{T_0\,(3\,T_0 - 2\,T_x)} = k_2 \cdot t. \qquad 2$$

Wirkt nun die entstehende Bromwasserstoffsäure verzögernd ein, so müssen wir ihre Konzentration in Rechnung setzen.

Diese Konzentration ist gleich $T_x - T_0$. Da nun $c_x = 3\,T_0 - 2\,T_x$ und $c_0 = T_0$ ist, so ist $C_{Bromwasserstoffsäure} = \frac{c_0 - c_x}{2}$. Wird dieser Ausdruck in den Geschwindigkeitsansatz eingesetzt und zwar unter der Annahme, dass die Geschwindigkeit dem jeweiligen Gehalt an Bromwasserstoffsäure umgekehrt proportional sei, so erhält man

$$-\frac{dc_x}{dt} = k\,\frac{c_x}{\frac{c_0 - c_x}{2}} = 2\,k \cdot \frac{c_x}{c_0 - c_x} = k_3 \cdot \frac{c_x}{c_0 - c_x}. \qquad 1\,a$$

Ist von vornherein Säure in der Konzentration a zugesetzt, so lautet der Ansatz

$$-\frac{dc_x}{dt} = k\,\frac{c_x}{a + \frac{c_0 - c_x}{2}} = 2\,k \cdot \frac{c_x}{2\,a + c_0 - c_x}$$

$$= k_3 \cdot \frac{c_x}{2\,a + c_0 - c_x}. \qquad 1\,b$$

Dieser letzte Ansatz geht für den Fall, dass $c_0 - c_x$ klein ist gegen a in $-\frac{dc_x}{dt} = \frac{k_3}{a} \cdot c_x$ über, und dieser Gleichung entspricht das Resultat, das in der obigen Tabelle mitgeteilt ist. Um die anderen Gleichungen zu integrieren, bringt man die gleichen Variabeln auf eine Seite und erhält

$$-\int \frac{c_0 - c_x}{c_x} \cdot dc_x = k_3 \int dt \qquad 2\,a$$

$$-\int \frac{2\,a + c_0 - c_x}{c_x} \cdot dc_x = k_3 \int dt. \qquad 2\,b$$

Die Ausdrücke auf der linken Seite lassen sich leicht in zwei vollständige Differentiale zerlegen; das Integral der Gleichung lautet dann

$$-c_0 \cdot \ln c_x + c_x = k_3 t + \text{const.} \qquad 3\,a$$

$$-(2\,a + c_0) \cdot \ln c_x + c_x = k_3 t + \text{const.} \qquad 3\,b$$

Die Integrationskonstante ist dadurch bestimmt, dass für $t = o$ auch $c_x = c_0$ wird. Es lauten dann die Gleichungen

$$c_0 \cdot \ln \frac{c_0}{c_x} - (c_0 - c_x) = k_3 t \qquad 4\,a$$

$$(2\,a + c_0) \ln \frac{c_0}{c_x} - (c_0 - c_x) = k_3 t, \qquad 4\,b$$

oder wenn die andere Ausdrucksweise eingeführt wird und der natürliche Logarithmus durch den BRIGG'schen ersetzt wird

$$2{,}3026 \cdot T_0 \cdot \log \frac{T_0}{3\,T_0 - 2\,T_x} - 2\,(T_x - T_0) = k_3 t \qquad 5\,a$$

$$2{,}3026 \cdot (2\,a + T_0) \cdot \log \frac{T_0}{3\,T_0 - 2\,T_x} - 2\,(T_x - T_0) = k_3 t. \qquad 5\,b$$

Nachdem so die giltigen Beziehungen aufgestellt sind, folgen jetzt zwei Tabellen, in denen als Beispiel die nach verschiedenen Gleichungen berechneten Konstanten gegeben werden sollen. Es folgt dazu

Versuchsreihe 7.

$T_0 = 0{,}09922$; *t in Stunden:*

t	$3\,T_0 - 2\,T_x$	$T_x - T_0$	$K_1\,10^3$	$K_2\,10^1$	$K_5\,10^4$
24,58	0,06118	0,01902	8,5	2,6	4,6
69,2	0,04202	0,0286	6,8	1,9	4,1
95,2	0,03394	0,03264	4,9	2,0	4,3
141,83	0,02502	0,03710	4,2	2,1	4,4
233,333	0,01382	0,04270	3,7	2,6	4,7

Versuchsreihe 13.

$T_0 = 0{,}05018$; *t in Stunden:*

t	$3\,T_0 - 2\,T_x$	$T_x - T_0$	$K_1\,10^3$	$K_2\,10^1$	$K_5\,10^4$
55,08	0,0131	0,0185	10,6	12,9	5,5
78,13	0,01108	0,0195	8,4	9,0	4,7
95,63	0,00976	0,0202	7,4	8,6	4,3
168,36	0,00370	0,02324	6,7	14,9	5,0

Betrachtet man die hier berechneten Konstanten, so sieht man sofort, dass die Gleichung *5a* dem Reaktionsverlauf am besten entspricht. Die Gleichung für einen bimolekularen Verlauf, welche eine steigende Konstante erzielt, ist auch deshalb unmöglich, weil die Konstanten für verschiedene Konzentrationen stark differieren. Es folgen Berechnungen der Konstanten nach Gleichung *5a* für verschiedene Konzentrationen.

Versuchsreihe 2.

$T_0 = 0{,}1998$; t in Stunden:

t	$3\,T_0 - 2\,Tx$	$Tx - T_0$	$K\,10^4$
23,034	0,1478	0,0260	3,6
29,45	0,1370	0,0314	4,3
49,62	0,1212	0,0393	4,3
73,55	0,1046	0,0476	4,7
			4,2

Versuchsreihe 4.

$T_0 = 0{,}1043$; t in Stunden:

t	$3\,T_0 - 2\,Tx$	$Tx - T_0$	$K\,10^4$
18,6	0,0683	0,0180	4,4
42,42	0,0497	0,0273	5,4
66,08	0,0403	0,0320	5,3
89,25	0,0333	0,0355	5,4
138,7	0,0241	0,0401	5,2
			5,1

Versuchsreihe 9.

$T_0 = 0{,}0986$; t in Stunden:

t	$3\,T_0 - 2\,Tx$	$Tx - T_0$	$K\,10^4$
22,87	0,0684	0,0151	2,6
47,37	0,0570	0,0206	2,6
101,5	0,0426	0,0280	2,6
197,55	0,0282	0,0352	2,7
311,2	0,0190	0,0398	2,7
			2,64

Versuchsreihe 12.

$T_0 = 0{,}05026$; t *in Stunden:*

t	$3\,T_0 - 2\,Tx$	$Tx - T_0$	$K\,10^4$
23,3	0,03048	0,00989	2,3
47,68	0,0228	0,01373	2,6
102,0	0,0151	0,01758	2,5
198,3	0,00906	0,0206	2,3
311,4	0,00576	0,02225	2,1
			2,4

Versuchsreihe 16.

$T_0 = 0{,}02055$; t *in Stunden:*

t	$3\,T_0 - 2\,Tx$	$Tx - T_0$	$K\,10^4$
21,60	0,00753	0,00651	3,5
30,783	0,00551	0,00752	3,9
48,35	0,00353	0,00851	4,0
			3,8

Versuchsreihe 19.

$T_0 = 0{,}00995$; t *in Stunden:*

t	$3\,T_0 - 2\,Tx$	$Tx - T_0$	$K\,10^4$
23,03	0,00157	0,00419	4,4
29,63	0,00065	0,00465	6,0
48,83	0,00031	0,00482	5,1
			5,2

Bei diesen Berechnungen sind die im ersten Drittel der Reaktion gelegenen Zahlen weggelassen, weil sie, wie schon oben bemerkt, der Anfangsbeschleunigung wegen steigende Werte ergaben.

Auf diese Art und Weise wurde das ganze Versuchsmaterial durchgerechnet; in der folgenden Tabelle stehen die Mittelwerte der Konstanten für die verschiedenen Konzentrationen, wobei die um einen Mittelwert liegenden Konzentrationen einfach zusammengenommen worden sind.

0,25	0,2	0,1	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
3,2	4,2 4,7	5,1 5,9 4,5 4,4 3,9 2,6	5,3 4,7	2,4 4,9	4,9	5,1	3,8 4,9	4,9 5,2
3,2	4,5	4,4	5,0	3,7	4,9	5,1	4,4	5,1

In dieser Tabelle bedeuten die Ueberschriften die Konzentrationen, die daruntersteheuden Zahlen die erhaltenen Konstanten. Die Uebereinstimmung ist bei der verschiedenen Herkunft der Zahlen eine vollständig genügende, da die Temperatur der Thermostaten bei den länger dauernden Versuchen auf nicht mehr als 0,3° garantiert werden kann, und nach Ausweis der Beobachtungsprotokolle von 49,8° bis 50,3° differiert. Da ferner die Versuche an verschiedenen Orten mit verschiedenen Thermometern angestellt wurden, so ist eine Verschiedenheit der Temperatur um 0,5° bis 1° nicht ausgeschlossen. Eine solche Temperaturdifferenz ändert aber die Reaktionsgeschwindigkeit um 25 bis 30%. Eine genaue Temperaturkorrektion wurde nicht angebracht, weil die Konstanten den Gang der jeweiligen Versuchstemperaturen zeigten, welche sich immer in der Nähe von 50° bewegten.

Da aber andererseits die Konzentration der Lösungen in den sehr weiten Grenzen von *0,25 n* bis *0,01 n*, also um das 25fache geändert wurde, so können wir das Mittel aus den obigen Konstanten $4{,}5 \cdot 10^{-4}$ als die Konstante der Reaktion bei 50° ansehen.

Geht man nun zur Berechnung der Versuche mit Säurezusatz über, so handelt es sich hier um die Versuche 20—23 mit Bromwasserstoffsäure, 24—29 unter Salzsäurezusatz. Was die Versuche unter Zusatz von normaler und halbnormaler Salzsäure anlangt, ist bei diesen die Aenderung der Normalität zu gering, als dass Konstanten daraus hätten berechnet werden können.

Die Lösung No. 24 z. B. ändert ihren Titer in 230 Stunden von 47,0 auf 47,53 ccm, d. i. etwa 1% des Gesamtwertes. Auf die Brombernsteinsäure berechnet, sind das ja etwa 10%, also von 4,4 auf 5,0 ccm. Die Aenderungen sind jedoch so unregelmässig, dass zufällige Verluste, die bei der langen Versuchsdauer durchaus nicht ausgeschlossen sind, an dieser Aenderung auch beteiligt sein können.

Man kann also sagen, dass ein Zusatz von normaler Salzsäure zu $^1/_{10}$ *n* Brombernsteinsäure die Reaktion beinahe vollkommen hemmt.

Die für diese Versuche geltenden Gleichungen sind schon weiter oben abgeleitet worden. Es ist die Gleichung *5b*

$$2{,}306\,(2a + T_0) \cdot \log \frac{T_0}{3T_x - 2T_0} - 2(T_x - T_0) = k\,t$$

welche für den Fall, dass die Konzentration der gebildeten Bromwasserstoffsäure klein ist, in die einfache monemolekulare Gleichung

$$2a \cdot \log \frac{T_0}{3T_x - 2T_0} = k_1\,t$$

übergeht. Hierfür ist ein Beispiel ebenfalls weiter oben gegeben. *a* bedeutet die Konzentration der zugesetzten starken Säure in Normalität, wobei natürlich die Natur derselben gleichgiltig ist. Die folgenden Tabellen beziehen sich auf Versuchsreihe 20 und 22.

$a = 0{,}025$ $T_0 = 0{,}1969$; t in Stunden:

t	$3T_0 - 2Tx$	$Tx - T_0$	$K\,10^4$
32,67	0,1619	0,0175	4,1
51,94	0,1467	0,0251	4,3
95,67	0,1223	0,0373	4,5
167,1	0,0937	0,0516	4,8
287,7	0,0637	0,0666	5,1
			4,7

$a = 0{,}100$ $T_0 = 0{,}1952$; t in Stunden:

t	$3T_0 - 2Tx$	$T_0 - Tx$	$K\,10^4$
32,6	0,1798	0,0077	5,3
51,9	0,1662	0,0145	6,7
95,65	0,1484	0,0229	6,3
167,2	0,1328	0,0312	5,4
287,7	0,0888	0,0532	7,1
			6,2

Die Konzentration der zugesetzten Bromwasserstoffsäure war $a = 0{,}025$ und $a = 0{,}1$ *n*, der steigende Gang der Konstante erklärt sich durch eine Temperatursteigerung während des Versuches, sie zeigt sich auch an dem Steigen der Konstanten eines Kontroll-

versuches ohne Säurezusatz. Die Konzentration der Brombernsteinsäure ist dabei *0,2 n* gewesen. Es folgt jetzt eine Tabelle über Versuch 28 mit *0,1 n* Brombernsteinsäure und etwa *0,2 n* Salzsäure.

$a = 0{,}1928\ T_0 = 0{,}0997$; *t in Stunden*

t	$3\,T_0 - 2\,Tx$	$T_0 - Tx$	$K\,10^4$
39,75	0,0929	0,0034	6,7
66,25	0,0859	0,0069	8,8*
142,6	0,0783	0,0107	6,7
192,4	0,0737	0,0130	6,3
240,9	0,0709	0,0144	5,7
			6,4

* Das Mittel ist unter Ausschluss der Beobachtung 2 genommen.

Die Grössenordnung der Konstanten, die bei den Versuchen mit Säurezusatz erhalten sind, ist die gleiche, wie bei den Versuchen ohne Säurezusatz. Es folgt daraus, dass das aufgestellte Gesetz auch beim weitesten Variiren der Versuchsbedingungen in grosser Annäherung den Reaktionsverlauf wiedergiebt. Die Aufstellung der Reaktionsgleichung war eine rein empirische, es soll deshalb im nächsten Teil der Untersuchung versucht werden, die gefundenen Thatsachen auch theoretisch zu betrachten.

Theorie der gefundenen Gleichung.

Zu diesem Zweck knüpfen wir am besten an die Arrhenius[1]-Euler'schen[2] Ansichten über chemische Reaktionsgeschwindigkeit bezw. Katalyse an.

Zur Erklärung des abnormen Temperaturkoeffizienten der Reaktionsgeschwindigkeit hat Arrhenius eine Theorie aufgestellt, welche seiner elektrolytischen Dissociationstheorie nachgebildet war. Diese Theorie geht von der Anschauung aus, dass in einem Gemenge, in welchem eine Reaktion mit messbarer Geschwindigkeit vor sich geht, nicht alle Moleküle an der Reaktionsgeschwindigkeit teilnehmen, sondern nur ein kleiner Teil, den er den aktiven nennt.

Vermehrt sich nun bei steigender Temperatur der aktive Teil auf Kosten des inaktiven, so muss sich die Reaktionsgeschwindig-

[1] Arrhenius, Zeitschr. f. phys. Chem. 4, 266.

[2] Euler, Schwed. Akad. Ber. 1899. 309.

keit mit der Temperatur ähnlich ändern, wie z. B. der Dissociationsgrad des reinen Wassers. Das Gesetz einer derartigen Aenderung lässt sich durch eine Exponentialfunktion darstellen, in welche Form ARRHENIUS das Gesetz auch gekleidet hat. Aus Versuchen von ERIKSON, welche zeigen, dass die Auflösungsgeschwindigkeit von Zink in verdünnten Säuren von der Temperatur unabhängig ist, kann weiter geschlossen werden, dass die Wasserstoffjonen als vollkommen aktiv zu betrachten sind[1]. Von dieser Thatsache ausgehend, stellte EULER die Hypothese auf, dass der aktive Anteil in den Betrachtungen von ARRHENIUS der elektrolytisch-dissociierte sei. Unter diesem Gesichtspunkt stellt sich nun jede chemische Katalyse als eine Aenderung des Dissociationsgrades der reagierenden Bestandteile dar. Bei Anwendung dieser Anschauung auf die bis jetzt beststudierten katalytischen Prozesse, die Rohrzuckerinversion und die Esterkatalyse, kam er jedoch zu chemisch nicht befriedigenden Resultaten, und die Schwierigkeiten einer Erklärung positiver Katalysen auf diesem Wege scheinen noch nicht gehoben zu sein.

Anders liegt der Fall bei der hier studierten Brombernsteinsäurezersetzung. Es lässt sich leicht zeigen, dass die Annahme der Jonen als wirklich reagierender Bestandteile zu demselben Ansatz führt, welcher weiter oben rein empirisch gefunden worden ist. Der wirklich reagierende Körper wäre in unserem Fall dann entweder das Jon

$$C_4\,\overline{H_4\,O_4}\,Br \quad \text{oder} \quad C_4\,\overline{H_3}\,\overline{O_4}\,Br,$$

welches von beiden es ist, bleibt für unsere Betrachtungen gleichgiltig, da die Koncentration der beiden durch ein Gleichgewicht mit einander verbunden ist. Betrachten wir der Einfachheit halber das Jon $C_4\,\overline{H_4}\,O_4\,Br$ und bezeichnen es mit $\overline{Brb}$, so gilt die Gleichgewichtsbedingung

$$\frac{C_{\overline{Brb}} \,.\, C_{\overset{+}{H}}}{C_{\overline{Brb}}} = k,$$

worin mit den verschieden bezeichneten C die Koncentration der am Gleichgewicht beteiligten Bestandteile bezeichnet sind. Setzen wir jetzt eine starke Säure zu, so wird dadurch das Gleichgewicht für

[1] Nach neueren Arbeiten von ERIKSON und PALMAER (Zeitschr. f. phys. Chem. Bd. 39, S. 1) scheint die Auflösung von Zink allerdings nicht rein dynamisch erklärt werden zu können, weil dabei lokale elektrische Erscheinungen eine Hauptrolle spielen.

die Brombernsteinsäure verschoben. Diese Gleichgewichtsverschiebung ist proportional der zugesetzten Menge starker Säure, solange man die Anzahl der $\overset{+}{H}$-Jonen proportional der Konzentration der starken Säure setzen kann. Die $\overset{+}{H}$-Jonen, welche von der Brombernsteinsäure geliefert werden, können den anderen gegenüber vernachlässigt werden, weil die Dissociationskonstante der Brombernsteinsäure gegen die der zugesetzten starken Säure klein ist. Die der Fumar- bezw. der Apfelsäure entsprechenden $\overset{+}{H}$-Jonen können schon der Brombernsteinsäure gegenüber vernachlässigt werden. Ueber das Verhältnis der Koncentration der $\overset{+}{H}$-Jonen zur Brombernsteinsäure geben einige Leitfähigkeits- und Inversionsversuche Auskunft.

C_{Brb}	C_{HCl}	λ_1	λ_2	Δ_1	Δ_2	$l\,10^4$	Δ_3
0,1	0,1	0,0372	0,04	8,7	11	3,877	0,973
0,1	0,075	0,0285	0,029	8,5	9	2,899	0,963
0,1	0,05	0,0200	0,020	8,7	9	1,936	0,871
0,1	0,025	0,0112	0,011			1,065	

In der Tabelle steht in der ersten Kolonne die Koncentration der Brombernsteinsäure, in der zweiten die Koncentration der zugesetzten Salzsäure, in der dritten die Leitfähigkeit in reciproken Ohms und in der vierten die Leitfähigkeit von *HCl*, dann die jeweiligen Differenzen in Einheiten der dritten Decimale, dann die Inversionskonstante und ihre Differenzen. Sämtliche Zahlen beziehen sich auf 25°, die Leitfähigkeiten der Salzsäure sind aus den Zahlen von Ostwald[1] interpoliert. Man sieht, dass die Brombernsteinsäure auf die Wasserstoffjonenkoncentrationen keinen merklichen Einfluss mehr hat, wenn die Koncentration der starken Säure etwa $^1/_3$ der Brombernsteinsäure beträgt. Diese Zahlen sind natürlich nur Anhaltspunkte für eine etwaige genauere Untersuchung der Verhältnisse. Gehen wir nun von der oben gegebenen Gleichung aus, so haben wir

$$\frac{C_{\overline{Brb}} \cdot C_{\overset{+}{H}}}{C_{Brb}} = k \qquad 1$$

und

$$C_{Brb} + C_{\overline{Brb}} = C_x \qquad 2$$

[1] Kohlrausch und Holborn, Leitfähigkeit der Elektrolyte, S. 167.

daraus $$C_{\overline{Brb}} = \frac{k \cdot C_x}{k + C_H} \qquad 3$$

und $$C_{Brb} = \frac{C_x \cdot C_H}{k + C_H} = C_x \qquad 4$$

Setzt man die aus Gleichung 3 folgende aktive Masse in die Geschwindigkeitsgleichungen, so erhalten wir dann daraus

$$-\frac{dc_x}{dt} = k_1 \cdot \frac{k\, C_x}{C_H + k}$$

Da nun k eine kleine konstante Grösse ist, so können wir sie gegen C_H vernachlässigen. Es fragt sich nun, wie C_H ausgedrückt werden kann. Dies ist für die Anfangsstadien der Reaktion sehr schwierig, lässt sich aber, wie aus der obigen Tabelle hervorgeht, sehr leicht von da ab durchführen, wo die Koncentration der gebildeten oder starken Säure etwa $^1/_3$ der vorhandenen Brombernsteinsäure beträgt. Man kann dann die Wasserstoffjonenkoncentration in erster Annäherung der starken Säuremenge proportional setzen. Diese Säuremenge ist aber

$$\frac{C_0 - C_x}{2} \text{ bezw. } a + \frac{C_0 - C_x}{2};$$

setzen wir dies in die obige Gleichung ein, so erhalten wir

$$-\frac{dc_x}{dt} = K \cdot \frac{C_x}{\frac{C_0 - C_x}{2}} \quad \text{bezw.} \quad -\frac{dc_x}{dt} = K \cdot \frac{C_x}{a + \frac{C_0 - C_x}{2}};$$

dies ist aber genau der gleiche Ansatz, zu dem wir oben rein empirisch gekommen sind.

Zu demselben Resultat kommt man übrigens, wenn man annimmt, dass der nichtdissociierte Anteil reagiert und die Reaktion von Wasserstoffjonen verzögernd katalysiert wird, doch erscheint die erstere Annahme bei weitem die plausiblere zu sein.

Versuche über die chemische Induktion.

Bei der Berechnung der Versuche war das erste Drittel der Reaktion der chemischen Induktion wegen nicht berücksichtigt worden. Es konnte deshalb unterlassen werden, eine Formel für die Dissociation der Brombernsteinsäure bei Gegenwart von sehr wenig starker Säure aufzustellen. Für den weiteren Verlauf genügen die

eingeführten Mengen vollkommen, doch sollte die Möglichkeit nicht ausgeschlossen werden, dass bei genaueren Versuchen sich eine genauere Berücksichtigung der Dissociationsverhältnisse notwendig werden könnte. Könnte die erste Reaktionsperiode mit berücksichtigt werden, so wäre hier ein Eingehen auf diese Verhältnisse möglich; es sind deshalb einige Versuche angestellt worden, um zu sehen, ob diese Anfangsbeschleunigung auf äusseren Gründen beruhe oder nicht. Als Beispiel folge hier ein Versuch, der bezweckte, einen eventuellen Einfluss der Gefässwände zu konstatieren. Die Anordnung war so, dass ein Geschwindigkeitsversuch wie gewöhnlich angesetzt wurde. Als dann nach einiger Zeit die Geschwindigkeit einen höheren Wert erreicht hatte, wurde die Hälfte der noch vorhandenen Flüssigkeit in ein anderes vorgewärmtes Fläschchen gegeben.

Folgende Tabelle zeigt das Resultat dieser Versuche:

t	*I.*	*II.*	*Diff.*
12°16	14,32		
			0,3
2°42	14,62		
			0,32
3°44	14,94		
			0,30
4°56	15,24	15,24	

Man sieht, dass die Aenderung während der ersten zwei Stunden ebenso gross ist, wie die in der dritten, und ferner, dass der Wechsel des Gefässes keinen Einfluss hatte. Die Induktion hängt also nicht von der Natur der Gefässe ab.

Schluss.

Die Resultate der vorliegenden Untersuchung lassen sich kurz in folgendem zusammenfassen:

1. Bei der Zersetzung der Brombernsteinsäure in wässriger Lösung bildet sich Bromwasserstoff und als organische Säure, je nach der Koncentration, Fumarsäure, oder ein Gemisch von Fumarsäure und Apfelsäure.

2. Die Natur der gebildeten organischen Säure hat auf die Reaktionsgeschwindigkeit keinen Einfluss.

3. Die Anwesenheit von starken Säuren wirkt verlangsamend auf die Reaktion ein, sodass die Zersetzung das Bild einer verzögernden Katalyse zeigt.

4. Für die Zersetzungsgeschwindigkeit gelten die Gleichungen

$$2{,}3026\ T_0 \log \frac{T_0}{3\,T_0 - 2\,T_x} - 2(T_x - T_0) = k\,t \qquad \text{und}$$

$$2{,}3026\ T_0\ (2\,a + T_0) \log \frac{T_0}{3\,T_0 - 2\,T_x} - 2(T_x - T_0) = k\,t,$$

welche durch Versuche in den Koncentrationsgrenzen *0,25–0,01 n*, sowie für Zusatz von Brom- und Chlorwasserstoffsäure verifiziert wurden.

5. Im Falle, dass sehr viel starke Säure zugesetzt ist, geht die Reaktion nach der monomolekularen Gleichung

$$a \log \frac{T_0}{3\,T_0 - 2\,T_x} = k_1\,t$$

vor sich. Die Reaktion ohne Zusatz ist also eine Autokatalyse, und zwar wirken starke Säuren als verzögernde Katalysatoren. Die Art der Katalyse lässt sich nach der Euler'schen Hypothese als Dissociationsbeeinflussung darstellen.

6. Die Reaktion zeigt die Erscheinung der chemischen Induktion, die von der Natur der Gefässwände unabhängig ist.

Vorstehende Versuche wurden während der Sommerferien 1899 im physikalischen Institut von Stockholms Hoegskola begonnen, nach längerer Pause im Sommer 1900 im physikalischen Institut zu Münster i. W. weitergeführt und in der philosophischen Abteilung des chemischen Institutes zu Freiburg i. B. vollendet.

Ich spreche hier den Herren Direktoren der genannten Institute, Prof. Arrhenius und Gattermann, meinen besten Dank für ihre Unterstützung aus und gedenke dankbar der Förderung, welche mein verstorbener Chef in Münster, Herr Prof. Ketteler, meinen Bestrebungen zu teil werden liess.

Ein Beitrag zur Kenntnis der Lagerungsverhältnisse in den Freiburger Alpen.

Von

H. Keidel.

Mit 5 Figuren im Text.

Freiburg, Geolog. Institut, Oktober 1901.

Im Herbst dieses Jahres habe ich während einiger Wochen eine grössere Anzahl Begehungen in der Spielgerten-Hornfluhkette unternommen, um einen Einblick in ihre Lagerungsverhältnisse zu gewinnen. Die Ergebnisse scheinen mir nun interessant genug, um eine kurze Mitteilung darüber zu geben, zumal dieser Teil der Freiburger Alpen bisher sehr wenig bekannt geworden ist. Das von mir untersuchte Gebiet umfasst nicht die ganze Spielgerten-Hornfluhkette, sondern ich habe mich in Anbetracht der kurzen Zeit, die mir zur Verfügung stand, auf die Bergzüge zu beiden Seiten des Simmenthales beschränkt.

Die Spielgerten und die Hornfluh bilden tektonisch ein Ganzes, aber sie werden durch das von Süden nach Norden verlaufende Thal der grossen Simme orographisch in zwei Hälften zerlegt. Auf der rechten Thalseite liegen zwischen St. Stephan und Bettelried die Spielgerten. Sie steigen im Nordosten von St. Stephan in jähen Felswänden schnell zu bedeutender Höhe an und erreichen in ihrem hinteren schwer zugänglichen Gipfel 2472 m.

Während sie sich nun nach Norden zum Bettelriedbach abdachen, kehren sie den Gipfeln der Niesenflyschzone und den Hochalpen im Süden steile Felsabstürze zu, deren Höhe zwischen 300 und 400 m schwankt. Diese Steilwände wiederholen sich mehrmals

hinter einander; sie erstrecken sich nach Nordosten 7—8 km weit bis zum Thal des Grimmibaches, wo sie im See- oder Röthihorn noch eine Höhe von 2283 m erreichen. Der Gegensatz zwischen der ständig wiederkehrenden Steilseite im Süden und der nördlichen flacheren Abdachung wird allerdings ein wenig abgeschwächt durch das Vorhandensein grosser Kare auf der Nordseite, die durch ihre kesselartigen Austiefungen und durch den Terrainabsturz davor das Relief stark beeinflussen. Die beiden Bergzüge, die auf der rechten Thalseite im Norden des Bettelriedbaches auftreten, gehören nicht mehr zur Gruppe der Spielgerten; und während diese nicht auf die linke Thalseite der grossen Simme hinübergehen, haben jene dort ihre Fortsetzung in den Höhen des Geishornes (1895 m), der Saanerslochfluh (1962 m) und der Hornfluh (1901 m), sowie in dem Bergrücken auf der Nordseite der kleinen Simme. Die Formen sind hier milder als in den Spielgerten, der südliche Steilabfall ist flacher; stellenweise verdecken ihn Bergstürze, an anderen Orten Geröllanhäufungen, und aus dem Grunde der Thäler geht der Moränenschutt auch an diesen steilen Flanken weit hinauf. Es fehlen ferner die scharfen und zerklüfteten Grate, die in den Spielgerten die Gestalt der Oberfläche beherrschen.

Dieser Gegensatz hat seine Ursache darin, dass an dem Aufbau der beiden Gebiete jeweils verschiedene Glieder der jurassischen Gesteinsfolge beteiligt sind.

Die Spielgerten gehören den „Chaînes calcaires" an, wenn man die Zoneneinteilung zu Grunde legt, die SCHARDT für die Voralpen aufgestellt hat, und zwar zur „Zone Sud" mit dem Dogger à Mytilus (Zone axiale der Préalpes médianes wie sie LUGEON benennt). Ueber Gyps, Rauhwacke und Dolomit folgt als unterstes Glied des Jura eine rote Crinoidenbreccie von feinkörnigem Gefüge. Sie gehört dem Lias an. Ich habe sie zwar nicht anstehend gefunden, wohl aber Bruchstücke auf den Halden, die den Fuss der Dolomitwände entlang ziehen. So am Brunnenhorn und am Koerbelihorn.

Dann folgt der Dogger, ausgezeichnet durch die Couches à Mytilus. Er führt ferner Breccien und dunkle Sandkalke, die durch ihre gelbe Verwitterungsrinde auffallen. Sie enthalten Belemniten, Gasteropoden, Korallen u. s. w. Ein guter Aufschluss, besonders der Couches à Mytilus, findet sich auf dem Grat, der zum hinteren Gipfel der Spielgerten ansteigt, im Westen des Rothornes. In den Schutthalden unterhalb dieses Grates liegen grosse Blöcke der

Breccie und des Versteinerungen führenden Sandkalkes. Ein schönes Doggerprofil ist aufgeschlossen am Fusse des Seehornes auf dessen Ostseite.

Ueber dem Dogger folgt der Malm, als hellgrauer dichter, unter dem Schlag des Hammers splittrig springender Kalk, wie er in weiter Verbreitung in den „Chaînes calcaires" der Freiburger Alpen und des Chablais auftritt, und wie er auch die Hauptmasse der Mythen zusammensetzt. Hier giebt er den Spielgerten ihre schroffen Formen; er baut ihre beiden Hauptgipfel auf und zieht von dort in einer 300—400 m steil nach Osten abstürzenden Wand über den Pfad und den Frohmattgrat zum Seehorn. Am Fusse dieser Wand finden sich auf den Schutthalden Blöcke mit Nerineen. Mancherorts, so südlich Frohmatt, am Hinterspielgerten, im Kar des Ganthorn-Geiershubel wird der Malmkalk weiss und rötlich; er ist alsdann sehr krystallin.

In allen übrigen Höhenzügen, ausserhalb der eigentlichen Spielgerten, wie sie oben abgegrenzt worden sind, wird der Jura durch die sogenannte Hornfluhbreccie vertreten, die ebenso wie der Lias und der Dogger der Spielgerten über Triasdolomit und Rauhwacke liegt. Die Hornfluhbreccie entspricht der Breccie des Chablais, und ihrer Lage nach deren Stirnrand, der im Osten des Drancethales vom Pic de la Corne über St. Jean d'Aulph zieht. Sie liegt wie dieser unmittelbar im Norden der „Zone Sud", aber sie tritt auch mit Bruchstücken dieser Zone in tektonischen Verband in dem Bergrücken des Flühwalds nordwestlich von Zweisimmen, der einen viel komplexeren Bau besitzt als alle anderen Erhebungen der Spielgerten-Hornfluhkette in der Nähe des Simmenthales.

Die Hornfluhbreccie wird in ihren unteren Lagen aus Triasfragmenten von verschiedener Grösse zusammengesetzt, wie sich das leicht an der Kumigalm beobachten lässt.

Dann folgt darüber eine dunkelbraune oder dunkelblaugraue Crinoidenbreccie, in der sich die gelb-weisslich verwitternden Dolomitbruchstücke scharf abheben. In den höheren Lagen scheint die Grundmasse der Breccie ein blaugrauer Kalk zu sein, in dem der Dolomit in kleinen Bruchstücken etwa von der Grösse einer Erbse liegt.

Mancherorts treten innerhalb der Breccie Kalkschiefer, helle und dunkle Thonschiefer auf, von denen die beiden letzteren häufig Pyrit in Würfeln führen. In einzelnen Lagen sind die Schichtflächen ganz damit bedeckt, und der Pyrit ist häufig in Brauneisen

umgewandelt. Diese Schiefer sind leicht mit denen des Flysches zu verwechseln, denen sie petrographisch sehr ähneln. Ihre stratigraphische Stellung ist der verwickelten tektonischen Verhältnisse und der ausgedehnten Moränendecke wegen sehr schwierig zu ermitteln. Vielleicht gelingt das, wenn man alle Vorkommnisse der Hornfluhbreccie, auch die der Rubli-Gummfluh bei Saanen, mit in den Kreis der Untersuchung zieht. Es ist möglich, dass diese Schiefer eine facielle Abänderung der unteren Breccie darstellen, ich glaube aber, dass sie sich zwischen diese und die obere Abteilung einschieben. Man findet sie an der Kumigalm oberhalb Muntigen, dann bei Bettelried über der Rauhwacke im Norden des Baches, an der Blankenburg im Thal der Grossen Simme, rings vom Schuttkegel umgeben, der aus dem Bett des Bettelriedbaches herabkommt. Man könnte sie hier auf den ersten Anblick für dichte und graue Couches rouges halten. ISCHER hat sie hier auch als obere Kreide kartirt. Sie finden sich ferner nordwestlich von Zweisimmen im Flühwald, in der Breccie oberhalb Richenstein und an anderen Orten.

Die Schichtköpfe der Hornfluhbreccie sind überall durch die Vergletscherung und durch die Erosion zerstört worden. Daher die abgerundeten Rücken und die flacheren Südabhänge im Gebiet der Breccie, die auffällig zu denen der Spielgerten im Gegensatz stehen, wennschon hier wie dort die Lagerungsverhältnisse die gleichen sind.

Von den Bildungen der Kreide fehlt das Neocom hier gänzlich, das Cephalopoden führend in der „Zone Nord“ mit dem Dogger à Zoophycos, und in der „Zone des cols“ an der Grenze gegen die Hochalpen in grosser Verbreitung auftritt. Dagegen erlangen die Couches rouges mancherorts eine bedeutende Mächtigkeit, wie am Pfad und am Frohmattgrat. Sie sind hier in der Form plattiger mergeliger, rot und blassgrün gefärbter Kalkschiefer ausgebildet. Sie treten am Frohmattgrat und unterhalb des Viehsattels in den Spielgerten aber auch als fleischfarbene Kalke mit dünnen, grün gefärbten mergeligen Zwischenlagen auf, am ersteren Orte auch als dichte, mit scharfen Kanten springende Kalke, in denen das tiefste Rot ganz allmählich in ein lebhaftes Grün übergeht. Die grauen Kalkschiefer der Couches rouges, ausgezeichnet durch die Führung von Pyritwürfeln, die meist in Brauneisen umgewandelt sind, scheinen mir die tieferen Lagen einzunehmen. Die Couches rouges liegen nicht nur über dem Malm der Spielgerten, sondern

auch über der Breccie. Schardt schreibt allerdings 1898[1], dass sie im Gebiete der Breccie wie überhaupt alle Kreidebildungen vollständig fehlen. Im Nordwesten von Zweisimmen zieht aber ein Band Couches rouges längs der Breccie, von Sparrenmoos bis gegen den Schwarzen See, auf dessen westlicher Seite die Ueberlagerung unzweifelhaft ist, ebenso wie zwischen den Hütten von Hinter-Schwarzensee und Vorder-Hüsliberg dicht am Bachbett auf dessen linkem Ufer.

Nun folgt als nächstes Glied der Flysch, auch innerhalb der Spielgerten-Hornfluhkette; er ist von Ischer auf der geologischen Karte der Schweiz zum Teil als Jura, zum Teil als obere Kreide eingetragen worden. Dieser Flysch unterscheidet sich von dem der Niesenzone und des Hundsrück durch das gänzliche Fehlen der Breccien- und Conglomerate aus krystallin-exotischem Materiale. Wohl aber findet sich Diabas zwischen Stockbrunnen und Romenstalden auf dem rechten Ufer der kleinen Simme[2]. Es liegen hier dicht neben einander Blöcke des Diabases, sie bedecken gänzlich den Flysch; es ist aber der dichten Vegetationsdecke wegen schwer zu erkennen, in welcher Verbindung beide mit einander stehen. Diabasblöcke findet man auch auf der anderen Seite der kleinen Simme in der Moräne bei Riedlenen, doch sind sie gewiss vom gegenüber liegenden Ufer durch das Eis herbeigeschafft. Stellenweise nimmt der Flyschschiefer eine rote oder grünliche Färbung an; er glänzt dann seidenartig. Man würde in diesen Fällen im Zweifel bleiben können, ob es sich nicht um triadische Bildungen handelt, wenn nicht zugleich das Vorkommen eines glimmerführenden Sandsteines, der völlig ident mit Flyschsandstein ist, und vor allem die Lagerungsverhältnisse die Diagnose auf Flysch zu einer sicheren machten, wie das der Fall ist an der Oeschseite in der Nähe der Strasse Saanen-Zweisimmen. Der dunkle mergelige Flyschschiefer, der im Thale des Bettelriedbaches ansteht und den Ischer als Jura kartirt hat, führt Bänke des glimmerhaltigen Sandsteines, dessen Oberfläche die charakteristischen Wülste zeigt.

Die Blöcke von Nummulitenkalk, die sich bei Bettelried und an anderen Orten in der Wildstrubelmoräne finden, sind durch das

[1] Les Régions exotiques du Versant Nord des Alpes Suisses, Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles, Vol. XXXIV, No. 128, 1898, S. 172.

[2] Es ist dies das zweite Vorkommen von Diabas im Flysch der Freiburger Alpen, neben dem von Studer entdeckten und von Schardt beschriebenen im Vallée de Fénils.

Eis herbeigeschafft worden; sie entstammen den Ketten mit helvetischer Facies im Süden; und sie lassen ebensowenig auf anstehendes Gestein schliessen wie die Blöcke von Nummulitenkalk, die GILIÉRON von der Berra-Gurnigelkette, im Norden der Freiburger Alpen erwähnt (GILIÉRON, Beiträge z. geolog. Karte d. Schweiz, Bd. XII, S. 139, Bd. XVIII, S. 193).

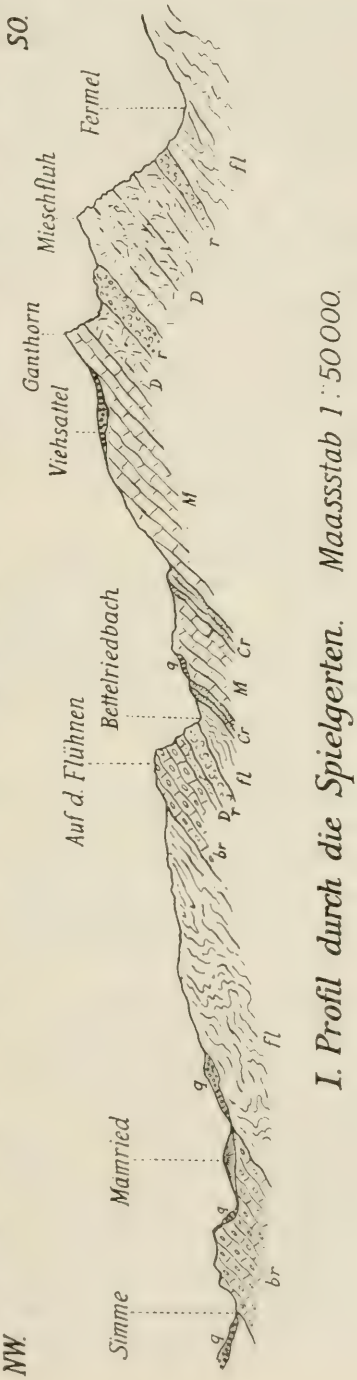
Diese stratigraphischen Bemerkungen haben nur den Zweck, über das Vorhandensein oder das Fehlen sowie über die Verteilung der einzelnen Formationsglieder einerseits in der „Zone axiale", also in den Spielgerten und andererseits in der Hornfluh zu orientiren. Es lassen sich nicht nur im Dogger, sondern auch, wie ich glaube, im Malm bestimmte Horizonte ausscheiden. Die dunklen Kalke, die im Nordwesten von Zweisimmen bei Obegg im Walde anstehen, sind vielleicht liassisch; ich habe sie unter den Jurabildungen nicht angeführt, weil ich Fossilien in ihnen nicht gefunden habe; es ist aber auch möglich, dass sie der Trias angehören, und wenn die Lagerungsverhältnisse allein entscheidend wären, dann wäre diese Annahme die wahrscheinlichere.

RITTENER hat in seiner Arbeit über die Rauhwacken des Pays-d'Enhaut (Eclogae-Geolog. Helvet. Bd. III) dunkle versteinerungsleere Kalke als „Jurassique indéterminable" bezeichnet. Nach seiner Darstellung wechsellagern diese Kalke im Massiv der Gummfluh mit Rauhwacke, mit grau, selbst hellgrau gefärbten dolomitischen Kalken und mit solchen von schwarzer Färbung und feinkrystallinem Gefüge, bei denen es im Zweifel bleibt, ob sie dolomitisch sind. In seinem sorgfältig ausgeführten Profil durch den Rocher du Midi führt RITTENER auf dessen Südseite, zwischen dem Gipfel und dem Fusse, einen plattigen schwarzen Kalk an, „à surfaces couvertes de vermiculations semi-cylindriques comme enchevêtrées les unes dans les autres". Auf diesen Kalk folgt nach unten ein gelb verwitternder Dolomit. Ich habe nun eine ähnliche Schichtfolge in den Spielgerten gefunden, die ja in gerader nordöstlicher Fortsetzung des Gummfluhmassivs liegen. Man kann sie auf der West- und auf der Ostseite des Brunnenhornes beobachten. Wenn ich auf Grund der kurzen Bezeichnung RITTENER's vergleichen darf, ohne ein Handstück gesehen zu haben, dann habe ich auch den Kalk mit den wurmförmigen Gebilden angetroffen, der sogleich auffällt. Am Giswyler Stock habe ich diesen Kalk gleichfalls gesehen; er liegt hier in Bruchstücken am Fusse der Halde auf der Westseite der C-Falte, in der Nähe der Blöcke mit der Retzia trigonella. Auch hier findet sich

der Dolomit in dunklen Varietäten (Hugi, Die Klippenregion von Giswyl, S. 45f.), denen gegenüber man im Zweifel bleiben kann, ob man sie nicht als Kalke bezeichnen soll. Die Schichtfolge der dunklen, feinkrystallinen dolomitischen Kalksteine, denen der blauschwarze durch die wurmförmigen Gebilde ausgezeichnete Kalk eingelagert ist, wird durch Bänke unzweifelhaften Dolomites unterbrochen. Dieser verwittert mit einer hellen gelbgrauen Farbe und bedeckt sich dabei mit den feinen Runzeln, die ihn sogleich vom Kalkstein unterscheiden lassen. Ich glaube deshalb, dass in den Spielgerten diese ganze Schichtfolge der Trias zugezählt werden kann, und dass auch ein grosser Teil der von Rittener als „Jurassique indéterminable" bezeichneten Gesteinsschichten wahrscheinlich triadisch ist.

Was nun die tektonischen Verhältnisse der Spielgerten-Hornfluhkette anbetrifft, so sind sie recht verwickelt. Das nebenstehende Profil (Fig. 1) verläuft in gerader Linie quer zum Streichen der Spielgerten-Hornfluhkette; es beginnt im Süden bei Birchlauenen im Fermelthale und endet an der Strasse im Thale der Grossen Simme, nördlich von Mannried.

Im Fermelthale sieht man auf der rechten Seite des Bachbettes, noch oberhalb des Weges, der von St. Stephan nach dem Fusse



I. Profil durch die Spielgerten. Maassstab 1:50 000.

Fig. 1

des Rothhorns führt, den Niesenflysch, dem starke Bänke der Breccie aus krystallin-exotischem Materiale eingelagert sind, nach Nordwesten unter Rauhwacke einschiessen. Diese Rauhwacke selbst liegt an der Basis der steilen Wand der Mieschfluh, die vom Triasdolomit[1] aufgebaut wird und zu einer Höhe von 2156 m ansteigt. Der Grat der Wand liegt annähernd 600 m über der Rauhwacke; geht man von ihm aus weiter nach Norden, so sieht man die Dolomitbänke immer mit dem gleichen Fallen nach Nordwesten zur Tiefe gehen. Dann folgt wieder Rauhwacke in breitem Streifen und auf diese in der Lücke zwischen Ganthorn und Brunnenhorn abermals der Dolomit, der in Nordost-Richtung über das Körbelihorn gegen den hinteren Gipfel der Spielgerten zieht, auf dieser Linie gleichfalls eine steile, nach Süd abfallende Wand von 200 bis 300 m Höhe bildend. Vom Fermelthal bis hier wiederholt sich die Rauhwacke und der Dolomit zweimal, nach Nordwest einfallend. Es liegt hier eine Schuppe vor.

Nun steigt man in das Kar des Viehsattels hinab und überblickt dabei dessen Boden, der mit Moränenschutt und einem wirren Haufwerk von Blöcken des hellen Malmkalkes bedeckt ist. An einzelnen Stellen, so neben den Hütten des Viehsattels, tritt dieser Kalk mit Nordwest fallenden Schichten aus der Moränendecke hervor. Deutlicher aber lässt sich das Fallen der Kalkbänke verfolgen an der steilen Wand des Ganthorns und des Geiershubel, die halbkreisförmig das Kar gegen Südwest begrenzt. In der Mitte dieser bogenartig verlaufenden Wand liegen, konkordant dem allgemeinen Nordwest-Fallen eingeschaltet, graue und rote Kalkschiefer der Couches rouges; sie ziehen eine kurze Strecke den Abhang gegen das Innere des Kars hinab und verschwinden dann unter Schutt und Moräne. Sie tauchen erst wieder unterhalb des Terrainabsturzes vor dem Kar aus dem Weidland hervor, hier deutlich das Nordwest-Fallen zeigend. Dann folgt weiter unten im Sattelwald abermals Malmkalk in grossen Klippen mit dem Fallen der Couches rouges. Nun folgen diese nochmals; sie fallen unter den Flysch im Thale des Bettelriedbaches nach Nordwest ein. Vom Ganthorn bis hier liegt eine zweite Schuppe. Der Bettelriedbach bildet die Nordgrenze der eigentlichen Spielgerten, also der „Zone Sud". Was weiter nordwärts folgt, gehört stratigraphisch der Hornfluhkette an. Auf

[1] Dieser Triasdolomit weist in seiner Schichtfolge eine ähnliche Zusammensetzung auf wie der Dolomit des Giswyler Stockes; ich glaube, dass er wie dieser als Hauptdolomit betrachtet werden kann.

dieser vom Fermelthal bis zum Bettelriedbach in der Horizontalprojection 4 km langen Strecke ist keine Faltung zu bemerken. Die Schichten gehen alle mit dem gleichen Fallwinkel nach Nordwest zur Tiefe. Aber auch die Aufeinanderfolge der einzelnen Formationsglieder lässt nicht auf das Vorhandensein eines Sattels oder einer Mulde schliessen.

Dicht über dem Bett des Bettelriedbaches folgt im Norden wieder Rauhwacke und darüber der Triasdolomit. Verfolgt man beide im Streichen den Bach aufwärts, so sieht man bei den Hütten in der Weid die Rauhwacke sich teilen, um einen Streifen zerknitterten Flyschschiefers einzuschliessen. Sie bricht hier und weiter nach Nordost steil nach Süden ab und fällt nach Nordwesten ein, unter den Dolomit und die auf ihm ruhende Hornfluhbreccie. Diese bildet den Bergrücken, der von der Kumigalm langsam sich senkend gegen Bettelried zieht und hier mit einer Felswand im Walde endet.

Auf der Breccie liegt in Nordwest-Richtung wieder Flysch; es ist aber an dieser Stelle die Berührung beider nicht zu sehen die Blockhalden der leicht zerstörbaren Breccie verdecken sie. Der Bergrücken findet jedoch seine Fortsetzung jenseits des Thales der Grossen Simme in dem Gipfel des Geisshornes. Auf dieser Seite ist nun die Ueberlagerung der Breccie durch den Flysch gut zu beobachten.

Bis Mannried bleibt das Profil im Flysch, dann folgt wieder die Hornfluhbreccie, die ebenso wie die Flyschschiefer nach Nordwesten einfällt. Vom Bettelriedbach bis hier ist ebenfalls keine Faltung zu bemerken; die zweimalige Wiederholung der Breccie und des Flysches kann aber als eine Schuppe betrachtet werden.

Die grosse Breite der Flyschzone zwischen dem ersten und dem zweiten Bergrücken der Breccie erklärt sich dadurch, dass die Thalerosion des Mannriedbaches die Südwest-Nordost streichende Flysch-Breccienscholle schräg angeschnitten hat. Die Erosion ist auf der weichen Flyschunterlage nicht senkrecht in die Tiefe gegangen, sondern sie ist der immer wieder untergrabenen und abbrechenden harten Kante der Breccie nach Norden in ein immer tieferes Niveau gefolgt. Durch das schräge Anschneiden der Schollen erklärt sich auch die allmähliche Senkung der durch die Erosion heraus modellirten Rücken nach Westen gegen das Thal der Grossen Simme zu.

II. Profil über die Kumigalm und den Frohmattgrat. Maassstab 1:25000.

r Rauhwacke; D Triasdolomit; br. Hornfluhbreccie; M. Malmkalk der Spielgerten; Cr Couches rouges; fl. Flyschmergel u. Sandsteine; q Moräne; dg Dogger m. Couches à Mytilus.

Fig. 2.

Das zweite hier angefügte Profil (Fig. 2) durchschneidet den nordöstlichen Teil des von mir untersuchten Gebietes, ebenfalls in gerader Linie und quer zum Streichen. Es beginnt am Ankenstock im Südosten, quert dann den Frohmattgrat und endet in der Breccie auf der Nordseite des Mannriedbaches. Auch längs dieser Linie tritt das stetige Nordwest-Fallen der Schichten hervor. Auch hier ist keine Faltung bemerkbar, wohl aber kann die Wiederholung der Breccie und des Flyschschiefers als eine Schuppe betrachtet werden. Ich will dieses Profil nicht näher beschreiben, sondern nur kurz bemerken, dass auch in dem Gebiete zwischen den beiden Profillinien keine Faltung auftritt, dass die Schichten immer Nordwest fallen und dass sie sich zum Teil in Schuppen wiederholen, die von Nordwest nach Südost gerichtet sind. Die steilen Abhänge nach Süden gegen die Hochalpen werden durch die Schichtköpfe gebildet, die flacheren Abdachungen nach Norden durch das Schichtfallen bedingt.

Das dritte Profil (Fig. 3) stellt einen Teil des Bergrückens des Flühwaldes dar,

der in dem Winkel zwischen grosser und kleiner Simme im Nordwesten von Zweisimmen gelegen ist. Hier sind die Lagerungsverhältnisse sehr verwickelt, weil Lappen der „Zone Sud“ mit den Schichten der Hornfluhbreccie in tektonischen Verband treten; Couches rouges und heller Malmkalk liegen hier in Schichten, die nach Nordwesten einfallen in mehrfacher Wiederholung mit Hornfluhbreccie, Triasdolomit und Rauhwacke. Auch hier tritt also Schuppenstruktur auf, wenn auch in kleinerem Massstabe als in den übrigen Bergzügen der Spielgerten-Hornfluhkette. Sie geht hier selbst ins Kleinste. Eine Schuppe von der Klarheit eines Modells liegt unmittelbar westlich vom Schwarzen See. Es wiederholen sich hier Couches rouges und Hornfluhbreccie. Ich will nicht länger bei den Einzel-

III. Profil zwischen Hohlas und hinter den Flühnen NW. von Zweisimmen.

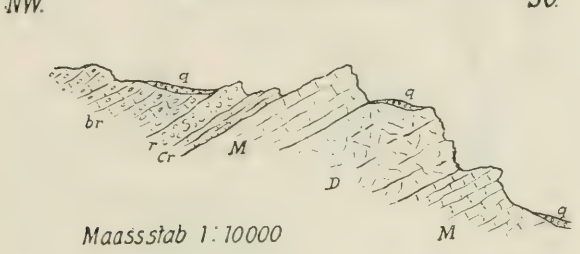


Fig. 3.

heiten verweilen, die sich nur umständlich beschreiben lassen. Wenn ich recht beobachtet habe, dann kommt auch in diesem Bergrücken Faltung nicht vor. Aber die Lagerungsverhältnisse sind recht schwierig zu verfolgen, eine ausgedehnte Moränendecke ist vorhanden, welche die Wiederholung der Schichten, die auf schmalem Gebiet erfolgt, zum Teil verdeckt. Dazu gesellen sich dann Verschiebungen quer zum Streichen, und die Bruchstücke der einzelnen Schuppen sind in vertikaler und horizontaler Richtung verschoben worden. Es bedarf zur genauen Aufnahme dieses Teiles der Spielgerten-Hornfluhkette einer Karte von grösserem Massstabe und besserer topographischer Unterlage als sie die Sigfriedkarte bisher bietet.

Ich möchte nun noch einen Augenblick bei den Verschiebungen verweilen, welche die Schichten senkrecht zum Streichen erfahren haben. Sie treten besonders deutlich an den Wänden der Spiel-

gerten hervor, weil sie hier nicht wie im Gebiete der Hornfluhbreccie durch Geröllanhäufungen und durch die Vegetation verdeckt

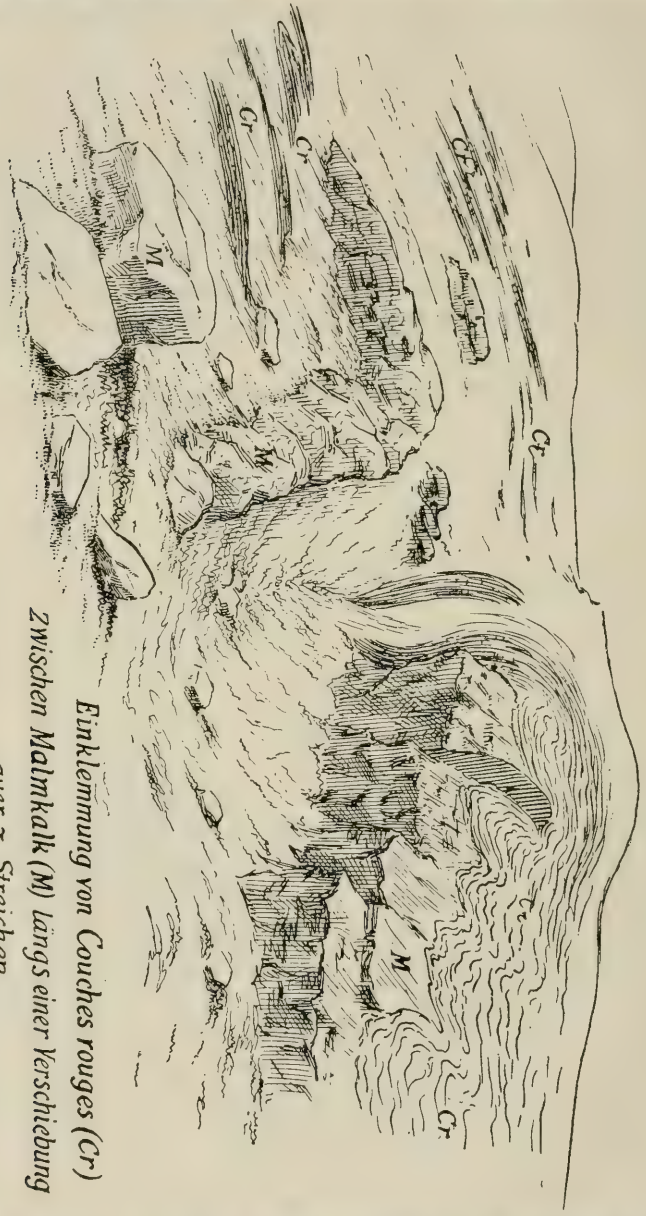


Fig. 4.

Einklemmung von Couches rouges (Cr) zwischen Malmkalk (M) längs einer Verschiebung quer z. Streichen.

werden. So sieht man an der steilen Ostwand des Pfad die roten Couches rouges zweimal taschenartig in den hellen Malmkalk ein-

gesenkt. Das plötzliche Abbrechen der Couches rouges im Süden des Seehornes erklärt sich gleichfalls durch eine Verschiebung quer zum Streichen. Die Verschiebungen folgen dann nördlich gegen den Gipfel des Seehornes so dicht hintereinander, dass sie die Wand förmlich zerschneiden und die erste Ursache des grossen Schrattenfeldes geworden sind, das die Westseite des Seehornes in grosser Ausdehnung bedeckt. Die nebenstehende Skizze (Fig. 4) stellt eine solche Störung dar, die sich in der Mitte des Frohmattgrates dem Bergli (Siegfrid-Karte) gegenüber befindet. Sie ist von Westen gesehen. Der Malmkalk tritt mit glatten Schnittflächen aus dem Weidland heraus; er wird durch die Couches rouges bedeckt. Aber während der Kalk die Verschiebung deutlich zeigt, haben sich die Couches rouges wie eine zähe Masse verhalten und ihren Zusammenhang gewahrt. Sie gehen im Bogen über den hellen Kalk seitlich hinüber, stehen einen Augenblick steil und verschwinden im Weidland. Dicht daneben steht wieder Malm in grösserer Masse an.

Diese Verschiebungen aber besitzen für die Tektonik der Spielgerten-Hornfluhkette nur eine untergeordnete Bedeutung. Wichtiger sind die Störungen auf der Nord- und auf der Südseite der bei den Spielgerten-Gipfel. Hier ist aus dem Malm ein westöstlich verlaufendes schmales Band herausgeschnitten, das sich heute in höherem Niveau befindet als die angrenzenden Teile; denn während hier die Decke der Couches rouges erhalten ist, hat sie die Erosion von den Spielgerten-Gipfeln längst entfernt.

Auch das plötzliche Abbrechen der Spielgerten auf der rechten Seite des Thales der grossen Simme ist durch eine grosse Störung quer zum Streichen zu erklären. Die Wand des Geiershubel stürzt hier, mehrfach absetzend, jäh zur Strasse hinab. Es ist wahrscheinlich, dass die ungewöhnliche Ausdehnung der Geröllhalden am Fusse dieser Wand ihre Ursache in der allmählichen Ueberdeckung staffelförmig hintereinander auftretender Steilabfälle hat.

Auf der anderen Thalseite findet man die Schichten der Spielgerten, also der „Zone Sud“, nicht mehr; hier liegt die Hornfluhbreccie mit Rauhwacke an der Basis im Westen von Ried unmittelbar über dem Niesenflysch.

Ich glaube, dass diese Mitteilungen über die Tektonik der Spielgerten-Hornfluhkette genügen, um zu zeigen, dass die Schichten durchweg nach Nordwest einfallen, dass sie sich teilweise in Schuppen wiederholen und dass Faltungen nicht vorhanden sind.

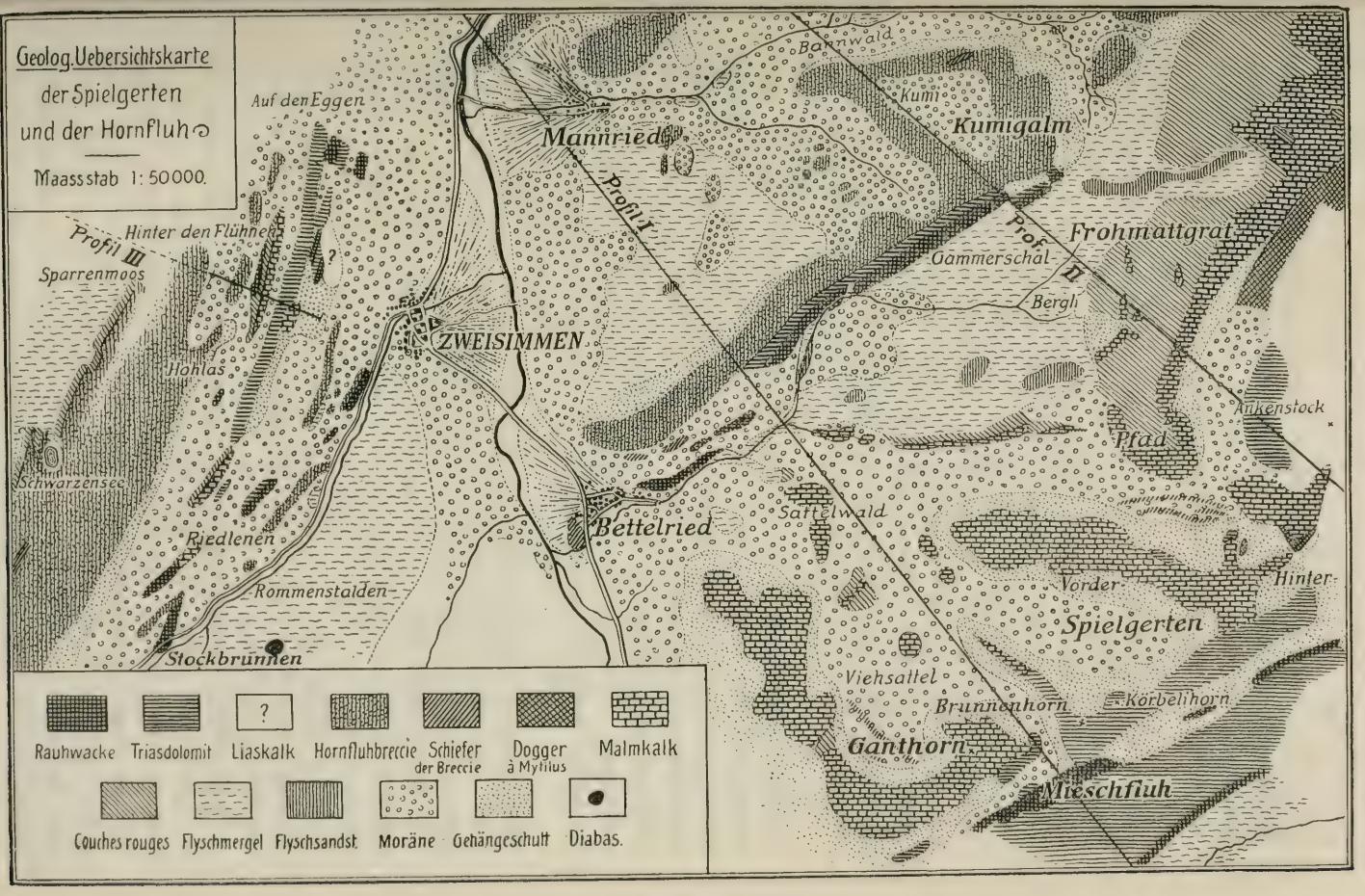

Geolog. Uebersichtskarte
der Spielgerten
und der Hornfluh
Maassstab 1: 50000.
Auf den Eggen
Hinter den Flühnen
Profil III
Sparrenmoos
Hohlas
Schwarzensee
Riedlenen
Rommenstalden
Stockbrunnen
Mannried
Profil I
ZWEISIMMEN
Bettelried
Bannwald
Kumi
Kumigalm
Prof II
Frohmattgrat
Gammerschal
Bergli
Ankenstock
Pfad
Sattelwald
Vorder-
Hinter-
Spielgerten
Viehsattel
Brunnenhorn
Körbelihorn
Ganthorn
Mieschfluh
Rauhwacke
Triasdolomit
Liaskalk
Hornfluhbreccie
Schiefer der Breccie
Dogger à Mytilus
Malmkalk
Couches rouges
Flyschmergel
Flyschsandst.
Moräne
Gehängeschutt
Diabas.

Fig. 5.

Die Verschiebungen senkrecht zum Streichen möchte ich zum grössten Teile als Blätter auffassen, die mit der Bildung der Schuppen im genetischen Zusammenhange stehen.

Die eben geschilderten Verhältnisse lassen sich kurz so zusammenfassen: im Süden fällt der Niesenflysch nach Nordwesten ein, es folgen mit gleichem Schichtfallen die Trias- und Jurabildungen der Spielgerten-Hornfluhkette; ihnen sind mehrmals in der allgemeinen Streichrichtung breite Flyschzonen eingeschaltet, denen die Breccien und Conglomerate aus krystallin-exotischem Materiale fehlen. Es ist nicht zu beobachten, dass dieser Flysch den Kern von Mulden bildet, vielmehr scheint Faltung nicht vorhanden zu sein. Im Norden tritt der Flysch der Hundsrückzone ebenfalls mit Nordwest fallenden Schichten an die letzte Scholle der Hornfluhbreccie heran.

Dieses ganze Schichtsystem ist nach Absatz der Flyschbildungen durch eine horinzontal wirkende Kraft in seine jetzige Lage gekommen: und diese Kraft ist von Nordwesten nach Südosten gerichtet gewesen.

Die Verbreitung der einzelnen Glieder der mesozoischen Gesteinsfolge und des Flysches, sowie das Streichen der Schichten, ihr wiederholtes Auftreten hintereinander ist ersichtlich auf der beigefügten Uebersichtskarte. Sie ist während der Begehungen aufgenommen worden, und die wesentlichen Verhältnisse sind auf ihr zur Darstellung gekommen; dagegen ist das nicht der Fall bei manchen Einzelheiten, deren genaue Eintragung eine Karte von grösserem Massstabe erfordert.

Rittener erklärt am Schlusse seiner oben angeführten Arbeit die Einschaltung des Flysches mit konkordanter Schichtung in die steil gestellten Jura- und Triasbildungen des Gummfluhmassivs dadurch, dass er annimmt, das Flyschmeer sei transgredirend in die bereits vorhandenen Mulden und selbst in die aufgebrochenen und zum Teil von der Erosion zerstörten Sättel eingedrungen. Später seien dann durch die letzte Alpenfaltung die Flyschschichten mit den älteren Bildungen steil aufgerichtet und zwischen diese eingeklemmt worden, so dass sie heute die konkordante Schichtung nur vortäuschen.

Nun aber hat Rittener diese Mulden und Sättel mit Hülfe der von ihm als „Jurassique indéterminable“ bezeichneten Gesteinsfolge konstruirt, so am Rocher du Midi, am Rocher plat; er ist ausserdem mehrfach im Zweifel geblieben, ob es sich wirklich um Mulden und Sättel oder um Schuppen handelt (l. c., Pl. 2, Fig. 1;

Pl. 2, Fig. 1 und 3). Ich möchte hier nun nochmals die Vermutung aussprechen, dass ein Teil der als „Jurassique indéterminable" bezeichneten Gesteine in Wirklichkeit triadisch ist. Dadurch würden dann die Lagerungsverhältnisse nicht unwesentlich beeinflusst, sie würden sich noch mehr denen der Spielgerten-Hornfluhkette nähern; und der Flysch wurde vielleicht die konkordante Lagerung nicht vortäuschen, sondern sie wirklich besitzen.

Wenn man die grosse Mächtigkeit der Trias- und der Jurabildungen, ihr stets gleiches Fallen und die Abwesenheit jeglicher Faltung im Auge behält, dann ist die Annahme nicht unwahrscheinlich, dass der Flysch entweder über horizontalen Schichten oder über nur sehr flachen Gewölben und Mulden abgelagert worden ist. Es ist ferner möglich, dass in dieser triadischen und jurassischen Unterlage grosse, im Streichen der jetzigen Ketten verlaufende Brüche vorhanden gewesen sind, die stellenweise den krystallinen Sockel der Sedimente haben zu Tage treten lassen. Das andringende Flyschmeer hat diesen Stellen dann das Material der Conglomerate und der Breccien entnommen, die in den Zonen des Niesen und des Hundsrück den Flyschmergeln eingelagert sind. Später sind die Brüche durch die von Norden wirkende Kraft zu Ueberschiebungsflächen ausgebildet und die triadischen und jurassischen Sedimente mit Einschluss des Flysches zu Schuppen überschoben worden.

Während sich diese Mitteilung im Druck befand, ist eine Arbeit von SARASIN über die äusserste Kette der Voralpen in der Gegend von Châtel-St-Denis erschienen (Les formations infracrétaciques d. l. Chaîne Pléiades-Corbettes-Niremont, Arch. d. scienc. phys. et nat. Genève, 1901). Der Verfasser führt den Nachweis, dass auch in dieser äussersten Zone der Voralpen gegen das Molasseplateau Schuppenstruktur auftritt, und dass die Schuppen gegen die inneren Ketten einfallen. Es sind deren zwei oder drei vorhanden, und sie werden zusammengesetzt aus Bildungen des oberen Jura und der unteren Kreide. Zwischen diese Schuppen ist auch hier der Flysch eingeschaltet.

Es ist möglich, dass durch eine genaue Untersuchung Schuppenstruktur auch in den übrigen Lappen mesozoischer Gesteine nachgewiesen wird, die am Nordrande der äussersten Flyschzone auftreten. Es könnte alsdann dieser ganze Zug mesozoischer Bildungen, der von Châtel-St-Denis gegen Nordost hart an der Grenze gegen die Molasse hinzieht, als das tektonische Aequivaleut der Spielgerten-

Hornfluh-Gummfluh betrachtet werden. Und zwischen beiden liegen die Antiklinalen der „Zone Nord“ der „Chaînes calcaires“ wie eine centrale Axe, im Norden wie im Süden von der Region der Schuppen durch eine breite Flyschzone getrennt. Das wäre dann an Stelle der grossen Ueberschiebungsdecke ein „zusammengesetzter Schuppenfächer“ im Sinne Haug's[1].

[1] Haug, L'origine des Préalpes Romandes et l. zones de sédimentation d. Alpes de Suisse et de Savoie, Arch. d. sciences phys. et nat., 15. août 1894.

Haug, Les régions dites exotiques du versant nord d. Alpes suisses, Bullet. d. l. société vaudoise d. sciences nat., Vol. XXXV, No. 132, 1899, S. 153f.

Beiträge zur Kenntnis des kohlensauren Kalkes.

Von

Wilhelm Meigen.

Mit 9 Figuren im Text.

Es giebt wohl nur wenige chemische Verbindungen, die von jeher das Interesse des Chemikers wie des Mineralogen und Geologen im gleichen Masse erweckt hätten wie der kohlensaure Kalk. Bei der grossen Zahl wichtiger und grundlegender Fragen, die sich an seine Abscheidung und an sein Verhalten knüpfen, von denen ich nur an die Bildung der marinen Kalkabsätze, sowie an die Entstehung vieler Erzlagerstätten erinnern will, kann es daher nicht Wunder nehmen, wenn die Zahl der Arbeiten, die sich mit ihm beschäftigen, fast unübersehbar ist, konnte doch Graf Bournon[1] schon vor nahezu hundert Jahren ein mehrbändiges Werk über die verschiedenen Modifikationen des kohlensauren Kalkes schreiben.

Aber trotz der aufgewandten vielen Mühe und des oft grossen Scharfsinns sind doch noch immer zahlreiche Fragen auch bis heute nicht mit Sicherheit beantwortet worden. Einen Beitrag zur Aufhellung dieses vielfach noch dunklen Gebietes zu liefern, habe ich mit der vorliegenden Arbeit versucht, die nicht den Anspruch erhebt, nach allen Richtungen hin vollständig abgeschlossen zu sein, die ich vielmehr als Grundlage und Einleitung zu einer Reihe von Arbeiten angesehen wissen möchte, in denen ich die hier begonnenen Untersuchungen über die Eigenschaften und das Verhalten des kohlensauren Kalkes fortzusetzen gedenke.

Da die hier in Betracht kommenden Fragen wesentlich zweierlei Art sind, so ergiebt sich für die Gliederung dieser Arbeit ganz natur-

[1] Traité complet de la chaux carbonatée et de l'arragonite par M. le comte de Bournon, Londres 1808.

gemäss eine Einteilung in zwei Abschnitte, von denen sich der erste mit der Fällung des kohlensauren Kalkes, der zweite mit dem Verhalten desselben zu Lösungen von Salzen der Schwermetalle beschäftigt. Dazu kommt, gewissermassen als Anhang, noch ein dritter Abschnitt über Bildung und Vorkommen des kohlensauren Kalkes in der organischen Natur, den ich nur aus Zweckmässigkeitsgründen von den beiden anderen abgetrennt habe.

I. Die Fällung von kohlensaurem Kalk.

Schon am Ende des 18. Jahrhunderts war bekannt, dass der natürlich vorkommende kohlensaure Kalk in zwei verschiedenen Kristallformen auftritt, hexagonal-rhomboedrisch als Kalkspat und rhombisch als Aragonit. Dass Kalkspat und Aragonit die gleiche chemische Zusammensetzung besitzen, wurde bereits 1788 von Klaproth[1] durch die Analyse beider nachgewiesen und später von Hauy[2] und Gustav Rose[3] bestätigt, welche beobachteten, dass sich Aragonit in Kalkspat umwandelt, wenn er auf dunkle Rotglut erhitzt wird.

Unter dem Einfluss der Theorie Hauy's, welcher lehrte, dass jeder chemischen Verbindung eine bestimmte Kristallform, aber auch nur eine einzige, zukomme, nahm man an, dass der Aragonit seine Form einem, wenn auch mitunter sehr kleinen, Gehalt an kohlensaurem Strontian verdanke. Dieser sollte ein stärkeres Kristallisationsvermögen besitzen und seine rhombische Kristallform dem kohlensauren Kalk aufzwingen. Durch eingehende Untersuchungen, besonders von Rose[4], wurde jedoch später nachgewiesen, dass es auch strontiumfreien Aragonit giebt und dass der kohlensaure Kalk wirklich dimorph ist, d. h. also die Fähigkeit besitzt, je nach den Umständen in zwei gänzlich verschiedenen Formen zu kristallisieren.

[1] Vater, Zeitschr. f. Kryst. **21**, 434.

Wo die Litteraturnachweise nicht den Originalmitteilungen entnommen sind, habe ich in erster Linie meinen Gewährsmann angeführt und die Angabe des Originals in Klammern hinzugefügt, soweit mir dies überhaupt möglich war.

[2] G. Rose, Abhandl. d. königl. Akad. d. Wiss. z. Berlin, 1856, S. 8 Anm. 1.

[3] G. Rose, Ueber die Bildung des Kalkspats und Aragonits. Pogg. Ann. **42**, 362 (1837).

[4] G. Rose, Ueber die Bildung des Kalkspats und Aragonits. Pogg. Ann. **42**, 353 (1837).

Es galt nun diese Umstände ausfindig zu machen, eine Frage, mit der sich bereits viele Forscher abgegeben haben, ohne dass sie jedoch bis heute vollständig gelöst wäre.

Der erste, welcher sich hiermit eingehend beschäftigt hat, ist GUSTAV ROSE[1]. Die Thatsache, dass der Tropfstein, wie er sich in den Kalksteinhöhlen bei gewöhnlicher Temperatur bildet, aus Kalkspat, der von den heissen Karlsbader Quellen abgesetzte Sprudelstein dagegen aus Aragonit besteht, brachte ihn auf den Gedanken, dass vielleicht die verschiedene Temperatur, bei welcher die Kristallisation des kohlensauren Kalkes erfolgt, von wesentlichem Einfluss auf die Form sei, in der er sich ausscheidet. Bei seinen zur Prüfung dieser Annahme ausgeführten Versuchen fand er nun folgendes.

Aus einer Lösung von Calciumkarbonat in kohlensäurehaltigem Wasser kristallisiert bei gewöhnlicher Temperatur nur Kalkspat. Ebenso erhielt ROSE ausschliesslich Kalkspat, wenn er eine Chlorcalciumlösung bei Zimmertemperatur mit kohlensaurem Ammoniak oder einem anderen kohlensauren Alkali fällte. Als er aber die Lösung von Calciumbikarbonat auf dem Wasserbade eindampfte oder eine kochende Chlorcalciumlösung mit heissem kohlensauren Ammon versetzte, entstanden Kristalle von der Form des Aragonits. Der so künstlich dargestellte Aragonit hielt sich nur dann unverändert, wenn er sofort abfiltriert und ausgewaschen wurde; blieb er unter der Mutterlauge stehen, so wandelte er sich im Verlaufe von etwa acht Tagen vollständig in Kalkspat um. Dieselbe Umwandlung fand langsamer auch beim Aufbewahren unter reinem Wasser statt, aber nur wenn der Aragonit frisch gefällt war; war er schon einmal getrocknet, so blieb er auch bei wochenlangem Stehen sowohl unter Wasser wie unter einer Lösung von kohlensaurem Ammon unverändert.

ROSE zog aus diesen Versuchen den Schluss, dass sich auf nassem Wege sowohl Kalkspat wie Aragonit bilden kann, ersterer bei niederer, letzterer bei höherer Temperatur. Hiergegen wurde von BISCHOF[2] eingewandt, dass sich diese Ansicht nicht mit dem Vorkommen des Aragonits in der Natur vereinigen lasse, dass dieses vielmehr dafür spreche, dass „sowohl Bildungen des Aragonits

[1] G. ROSE, Ueber die heteromorphen Zustände der kohlensauren Kalkerde. Abhandl. d. königl. Akad. d. Wiss. z. Berlin 1856, S. 1.

[2] Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie von Dr. GUSTAV BISCHOF. Bonn 1855. Bd. II S. 1044.

als auch Umwandlungen desselben in Kalkspat unabhängig von der Temperatur erfolgen können, und dass sich wohl der meiste Aragonit aus kalten Gewässern abgesetzt hat". Eigene Versuche darüber hat Bischof anscheinend nicht angestellt. Dass seine Auffassung richtig war, schien jedoch durch eine Beobachtung Becquerel's[1] bewiesen, wonach Gips durch eine 1—2 Monate dauernde Einwirkung einer Lösung von doppeltkohlensaurem Natron in Aragonit umgewandelt sein sollte.

Durch neue Versuche stellte Rose[2] nun zunächst fest, dass sich Kalkspat auch bei höherer Temperatur bilden könne und zwar sowohl aus einer Lösung von kohlensaurem Kalk in kohlensäurehaltigem Wasser wie auch durch Fällen einer Lösung von doppeltkohlensaurem Natron mit Chlorcalcium, während bei Anwendung von neutralem kohlensaurem Natron unter den gleichen Bedingungen Aragonit entstand. Aus diesen Beobachtungen schien hervorzugehen, dass bei höherer Temperatur der kohlensaure Kalk nur dann die Form des Kalkspats annimmt, wenn er von einer Atmosphäre von Kohlensäure umgeben ist oder sich, was im wesentlichen auf dasselbe hinauskommt, unter Entwicklung von Kohlensäure abscheidet. Durch weitere Versuche wies Rose[2] nach, dass aus gesättigten Lösungen von Calciumkarbonat unterhalb 30° niemals Aragonit entsteht und dass dessen Menge mit steigender Temperatur zunimmt, so dass oberhalb 90° nur Aragonit gebildet wird.

Um auch die Wirkung einer Verdünnung zu untersuchen, liess er die beiden Lösungen sich sehr langsam durch Diffusion innerhalb einer grösseren Wassermenge mischen. Nach Verlauf einiger Jahre hatte sich ein Absatz von büschelförmig gruppierten Kristallen gebildet, die ihren prismatischen Formen nach nichts anderes als Aragonit sein konnten, der in diesem Falle auch bei gewöhnlicher Temperatur entstanden war. Aehnliche Ausscheidungen erhielt er auch aus einer ganz verdünnten Lösung von Calciumbikarbonat.

Die Arbeiten Rose's ergaben somit als Resultat, dass die Temperatur nicht die alleinige Ursache für die Form ist, in der sich der kohlensaure Kalk abscheidet, dass sich vielmehr beide Formen je

---

[1] C. Becquerel, Ueber die durch Berührung der festen und flüssigen Körper hervorgerufenen chemischen Wirkungen. J. f. pr. Ch. 56, 476 (1852).

[2] G. Rose, Ueber die Umstände, unter denen der kohlensaure Kalk sich in seinen heteromorphen Zuständen, als Kalkspat, Aragonit und Kreide abscheidet. Pogg. Ann. 111, 156 u. 112, 43 (1860).

G. Rose, Monatsber. d. königl. Akad. d. Wiss. z. Berlin. 1860, S. 369.

nach den Umständen sowohl in der Hitze wie in der Kälte zu bilden vermögen.

Diese Untersuchungen wurden 1870 von CREDNER[1] wieder aufgenommen und fortgesetzt. CREDNER konnte die Angabe ROSE's bestätigen, dass sich aus Lösungen von Calciumbikarbonat nach längerem Stehen, also bei grösserer Verdünnung, prismatische Kristalle abscheiden, die auch er für Aragonit ansah. Ausserdem stellte er Versuche an über die Kristallisation des Calciumkarbonates bei Anwesenheit noch anderer Stoffe. Hierbei beobachtete er, dass der kohlensaure Kalk aus Lösungen, welche ausserdem noch Strontium- oder Bleikarbonat oder auch Gips enthielten, entweder ausschliesslich oder doch teilweise die Form des Aragonits auch bei Anwendung kalter Lösungen annahm.

In Uebereinstimmung hiermit fand BAUER[2], dass ein Zusatz von wenigen Prozenten Baryumkarbonat genügt, um aus Lösungen von Calciumbikarbonat gut ausgebildete rhombische Kristalle von Aragonit zu erhalten.

Die eingehendsten und sorgfältigsten Untersuchungen über die Kristallisation des kohlensauren Kalkes aus verdünnten Lösungen sind im Laufe der letzten zehn Jahre von VATER[3] ausgeführt worden.

---

[1] H. CREDNER, Ueber gewisse Ursachen der Kristallverschiedenheiten des kohlensauren Kalkes. J. f. pr. Ch. (N. F.) 2, 292 (1870).

[2] M. BAUER, Ueber eine Pseudomorphose von Aragonit nach Kalkspat. Neues Jahrb. f. Mineral. u. s. w. 1890, I, 21.

[3] H. VATER, Ueber den Einfluss der Lösungsgenossen auf die Kristallisation des Calciumkarbonates I. Zeitschr. f. Kryst. **21**, 433 (1893).

II. Kristallisation des Calciumkarbonates aus sog. verdünnten Lösungen. Zeitschr. f. Kryst. **22**, 209 (1894).

III. Die Beeinflussung der Homogenität und der Wachstumsgeschwindigkeit der Kalkspatkristalle durch dilut färbende Substanzen. Zeitschr. f. Kryst. **24**, 366 (1895).

IV. Die von GUSTAV ROSE dargestellten und als Aragonit beschriebenen garbenförmigen u. dgl. Aggregate sind durch den Einfluss dilut färbender Substanzen zerfaserte Kalkspatkristalle. Zeitschr. f. Kryst. **24**, 378 (1895).

V. Die scheibenförmigen Kristalliten des Calciumkarbonates. Zeitschr. f. Kryst. **27**, 477 (1896)

VI. Schwellenwert und Höhenwert der Lösungsgenossen bei ihrem Einflusse auf die Kristallisation. Zeitschr. f. Kryst. **30**, 295 (1898).

VII. Der Einfluss des Calciumsulfates, Kaliumsulfates und Natriumsulfates. Zeitschr. f. Kryst. **30**, 485 (1898).

VIII. Ueber die Einwirkung von Alkalikarbonatlösungen auf Gips und Anhydrit. Zeitschr. f. Kryst. **31**, 538 (1899).

Dieser ging dabei von der Ansicht aus, dass es zur Erklärung eines einzelnen Mineralvorkommnisses nicht genügt, die im allgemeinen zu seiner Entstehung notwendigen Bedingungen ausfindig zu machen, da dasselbe Mineral in den meisten Fällen auf sehr verschiedenen Wegen gebildet werden kann. Man müsse im einzelnen Fall auch die Ausbildung der Kristalle, ihren Habitus, und die auftretenden Flächenkombinationen berücksichtigen, und die Umstände zu ermitteln suchen, welche die Entstehung gerade dieser Ausbildungsweise verursachen. Da in der Natur ein Mineral wohl nur in den seltensten Fällen aus einer reinen Lösung auskristallisiert, so musste vor allem der Einfluss der übrigen in der Lösung vorhandenen Stoffe, die Vater sehr treffend als „Lösungsgenossen" bezeichnet, untersucht werden. Es stand zu erwarten, dass dieser Einfluss sich am stärksten bei den Verbindungen geltend machen werde, die sich in den verschiedensten Kombinationen vorfinden. Infolge seines grossen Formenreichtums bot sich daher als das geeignetste Untersuchungsobjekt der kohlensaure Kalk gewissermassen von selbst dar.

Für den Zweck der Untersuchung war es wesentlich, möglichst grosse Kristalle zu erhalten. Deshalb liess Vater die Lösungen des Calciumsalzes und des Alkalikarbonates durch äusserst langsame Diffusion sich vermischen; aus dem gleichen Grunde wurde bisher nur das Verhalten kalter Lösungen untersucht. Mit Ausnahme von vier Versuchen entstand ausschliesslich Kalkspat. Bei den vier abweichenden Versuchen hatte sich der kohlensaure Kalk bei Gegenwart von kohlensaurem Baryt in „sphärischen Aggregaten" abgeschieden, die Vater[1] geneigt ist für eine dritte, neue Modifikation des Calciumkarbonates anzusehen, da sie nach seinen Bestimmungen ein beträchtlich niedrigeres spezifisches Gewicht (2,54) als selbst der Kalkspat (2,71) besitzen. Da Vater unter den Bedingungen, unter denen nach Rose und Credner Aragonit entstehen sollte, stets nur Kalkspat erhielt, gab er sich grosse Mühe, diesen Widerspruch aufzuklären, was ihm auch schliesslich gelang, indem er nachweisen konnte, dass die von Rose und Credner beschriebenen büschelförmigen Kristallaggregate auch nichts anderes als Kalkspat sind, der nur infolge der Anwesenheit von Verunreinigungen in der Lösung zerfasert ist[2].

Nachdem er den einen Fall der Bildung von Aragonit aus kalten Lösungen als Täuschung erkannt hatte, untersuchte er den

[1] Ztschr. f. Kryst. **21**, 471.
[2] Ztschr. f. Kryst. **24**, 378.

Einfluss von Sulfaten als Lösungsgenossen, die ja ebenfalls das Auftreten von Aragonit begünstigen sollten. Aber auch hierbei, wie bei der Einwirkung einer Natriumkarbonatlösung auf Gips, wodurch BECQUEREL, wie oben erwähnt, angeblich Aragonit erhalten hatte, bildete sich in der Kälte stets nur Kalkspat.

„Gegenwärtig ist daher eine etwa 30° überschreitende Temperatur die einzige bekannte Ursache, welche unter Umständen bedingt, dass sich reines Calciumkarbonat als stabiler Aragonit ausscheidet."

Die bisher erwähnten Untersuchungen sind ausschliesslich von Mineralogen in mineralogischem Interesse ausgeführt worden. Diesen lag vor allem daran, die Umstände ausfindig zu machen, unter denen in der Natur Aragonit oder Kalkspat entsteht; sie arbeiteten daher alle in Nachahmung der natürlichen Verhältnisse nur mit sehr verdünnten Lösungen. Die den Chemiker am meisten interessierende Frage, woraus die Niederschläge bestehen, die man beim Fällen von kohlensaurem Kalk aus konzentrierteren Lösungen im Laboratorium und in der Technik erhält, blieb bis auf die wenigen und unvollständigen Angaben in ROSE's erster Arbeit gänzlich unberücksichtigt. Der einzige, der sich mit diesem Problem in neuerer Zeit beschäftigt hat, ist M. ADLER[1].

Wenn man aus dem Verhalten der verdünnten Lösungen einen Schluss ziehen wollte, durfte man wohl erwarten, dass sich bei der gewöhnlichen Fällung eines Calciumsalzes durch ein Alkalikarbonat bei Abwesenheit sonstiger Lösungsgenossen in der Hitze Aragonit, in der Kälte aber Kalkspat bilden werde. ADLER fand dies nur teilweise bestätigt. Nach ihm kommt es vor allem auf die Konzentration des Alkalikarbonates an (er verwandte fast ausschliesslich Ammoniumkarbonat als Fällungsmittel). Den schönsten Aragonit erhielt er bei Anwendung einer Lösung von kohlensaurem Ammon von solcher Stärke, dass auf Zusatz der Chlorcalciumlösung eine dickgelatinöse Masse entstand, die erst bei langem Rühren dünnflüssig wurde. Die Temperatur der ammoniakalischen Lösung durfte dabei 32° nicht überschreiten, während die Chlorcalciumlösung auch heiss angewandt werden konnte. Bei Anwendung einer dünneren Lösung von kohlensaurem Ammon entstand bei gleicher Temperatur ein milchiger Niederschlag von grossen rhombischen Aragonitkristallen, die sich sehr schnell in Calcit umwandelten. Die theoretische Be-

[1] M. ADLER, Beiträge zur Kenntnis des kohlensauren Kalkes. Zeitschr. f. angew. Chem. 1897, S. 431.

gründung dieses Verhaltens ist nach Adler folgende. Da nach Rose[1] sich bei Gegenwart freier Kohlensäure Kalkspat bildet, das neutrale kohlensaure Ammon aber an der Luft durch Abgabe von Ammoniak in das saure Salz übergeht und dieses in der Hitze in Ammoniak, Kohlensäure und Wasser dissoziiert, so ergiebt sich daraus, dass man, um die Gegenwart freier Kohlensäure zu vermeiden, die Lösungen möglichst kalt anwenden muss, wenn man Aragonit erhalten will. In Uebereinstimmung damit fand Adler, dass man bei verdünnteren Lösungen nicht über 22° hinausgehen darf. Je kälter die Lösung, um so kleiner, aber auch um so stabiler waren die Aragonitkriställchen. Blieb der gebildete Aragonit in der Chlorammoniumlösung, so lagerte er sich bald in Kalkspat um. Er war um so beständiger, je konzentrierter die Ammoniumkarbonatlösung war; ein Ueberschuss von Ammoniak wirkte im gleichen Sinne. Ein Zusatz von Gipswasser zu der Chlorcalciumlösung machte den aus verdünnten kalten Lösungen gefällten Aragonit ebenso beständig wie den aus konzentrierten erhaltenen.

In den letzten Jahren sind unter den Namen Ktypeit und Conchit zwei neue Modifikationen des kohlensauren Kalkes beschrieben worden, die man bisher für Aragonit angesehen hat.

Nach Lacroix[2] bestehen die Erbsensteine von Karlsbad und von Hammam-Meskoutine (Constantine) aus einer neuen, vom Aragonit wesentlich verschiedenen Form des Calciumkarbonates, die er als „Ktypeit“ bezeichnet. Der Hauptunterschied liegt einmal in dem geringeren spezifischen Gewicht (2,58—2,70), sodann im optischen Verhalten; die Doppelbrechung ist beim Ktypeit positiv und beträchtlich geringer als bei Aragonit und Kalkspat. Beim Erhitzen geht Ktypeit ebenso wie Aragonit in Kalkspat über; schon vorher zerspringen die einzelnen Kugeln mit explosionsartigem Knall, was auf starke innere Spannungen schliessen lässt.

Die zweite neue Modifikation ist der „Conchit“ von Agnes Kelly[3]. Aus Conchit sollen die Schalen fast aller Mollusken und Cölenteraten, sowie einige natürlich vorkommende Inkrustationen und Sinter bestehen. Auch hier führten hauptsächlich etwas ver-

---

[1] Vgl. oben S. 4.

[2] Lacroix, Sur la ktypéite, nouvelle forme de carbonate de calcium, différente de la calcite et de l'aragonite. Compt. rend. **126**, 602 (1898).

[3] Agnes Kelly, Ueber Conchit, eine neue Modifikation des kohlensauren Kalkes. Sitzungsber. d. math.-phys. Klasse d. bayer. Akad. der Wiss. z. München 1900, S. 187.

schiedene optische Eigenschaften und geringeres spezifisches Gewicht (2,8) zur Abtrennung vom Aragonit.

Vor kurzem hat H. VATER[1] die Angaben über diese beiden neuen Formen des kohlensauren Kalkes einer sehr eingehenden und sorgfältigen Nachprüfung unterzogen. Bezüglich des Conchits weist er nach, dass das spezifische Gewicht der angeblich daraus bestehenden Gebilde, wenn es richtig bestimmt wird, genau dasjenige des Aragonits ist, und dass auch die optischen Eigenschaften, wie dies bereits früher von R. BRAUNS[2] hervorgehoben worden ist, von denen des Aragonits nicht wesentlich verschieden sind; der Conchit ist hiernach als besondere Modifikation des kohlensauren Kalkes wieder zu streichen.

Dagegen muss es vorläufig noch dahingestellt bleiben, ob der Ktypeit nur ein porenreicher Aragonit oder ein selbständiges Mineral ist. Vielleicht ist er identisch mit den von VATER[3] künstlich dargestellten „sphärischen Aggregaten" vom spezifischen Gewicht 2,54.

Ob das, was in der Litteratur als wasserfreier, amorpher, kohlensaurer Kalk beschrieben ist, wirklich amorph ist, lässt sich zur Zeit noch nicht mit Sicherheit entscheiden. Wahrscheinlich ist ein Teil davon doch sehr fein kristallinisch, der andere aber organischen Ursprungs und besitzt die Struktur der Organismen, denen er seine Entstehung verdankt.

A. Fällungen mit neutralem kohlensaurem Natron.

Da es bei Anwendung des bisher fast ausschliesslich benutzten kohlensauren Ammons schwer ist, Lösungen von bestimmter Zusammensetzung zu erhalten, habe ich zunächst einige Versuche mit kohlensaurem Natron angestellt.

Bevor ich auf die Einzelheiten der Versuche eingehe, möchte ich noch einige allgemeine Bemerkungen vorausschicken.

Die verwendete Chlorcalciumlösung enthielt 200 g wasserfreies Chlorcalcium, die Lösung von kohlensaurem Natron 150 g wasserfreies Natriumkarbonat im Liter. 50 ccm Chlorcalciumlösung erfordern in diesem Fall zur vollständigen Ausfällung nicht ganz 64 ccm von der Natriumkarbonatlösung.

---

[1] H. VATER, Ueber Ktypeit und Conchit. Zeitschr. f. Kryst. **35**, 149 (1901).

[2] R. BRAUNS, Ueber das Verhältnis von Conchit zu Aragonit. Centralblatt f. Mineral. u. s. w. 1901, S. 134.

[3] Siehe S. 7.

Die Fällungen wurden alle in Bechergläsern von 1/2—3/4 l Inhalt vorgenommen und zwar derart, dass bei einem Ueberschuss an Chlorcalcium die Sodalösung in die Chlorcalciumlösung, bei einem Ueberschuss an kohlensaurem Natron aber umgekehrt die Chlorcalciumlösung in die Natriumkarbonatlösung gegossen wurde. Dabei wurde nur soviel umgerührt, als zur guten Durchmischung der beiden Lösungen notwendig war.

Unter Mutterlauge verstehe ich die nach der Fällung vorhandene Salzlösung.

Mit der Aragonitreaktion ist die auf S. 35 dieser Arbeit beschriebene Reaktion mit Kobaltnitrat gemeint.

Versuch 1.

(Ueberschuss an kohlensaurem Natron; konzentrierte, kalte Lösung.)

75 ccm Natriumkarbonatlösung wurden bei 15° mit 50 ccm Chlorcalciumlösung versetzt. Hierdurch entstand eine dicke, ganz klar durchsichtige Gallerte, die innerhalb weniger Minuten weiss und undurchsichtig wurde; dabei war sie so dickflüssig, dass man das Becherglas fast ganz umkehren konnte, ohne befürchten zu müssen, dass etwas herausfliesse. Unter dem Mikroskop sah man zunächst nur hellbräunlich gefärbte, amorphe Flocken. Bald aber erschienen darin zahlreiche winzige Punkte, aus denen allmählich etwa 0,3—0,5 μ grosse Rhomboederchen oder Sphärokriställchen hervorgingen.

Eine nach fünf Minuten genommene neue Probe zeigte beginnende Kristallisation. Der Niederschlag war inzwischen sehr klümperig geworden; die Klumpen bestanden aus amorpher Masse, in die zahlreiche 150—200 μ lange und 40—50 μ dicke, monokline Kristalle von kohlensaurem Natron eingebettet waren. Daneben begannen einzelne grössere Rhomboeder und zahlreichere kugelförmige Gebilde aufzutreten, deren Menge mit der Zeit zunahm. Nach einer Stunde war der Niederschlag ganz kristallinisch geworden. Er bestand jetzt fast nur aus Sphärokristallen von 2—15 μ Durchmesser; ausserdem zeigten sich nur wenige klare Rhomboeder von 10 μ Kantenlänge und noch vereinzelter einige grössere. Eine abfiltrierte Probe gab sehr starke Aragonitreaktion, auch nach wiederholtem Auskochen mit Wasser. Unter dem Mikroskop zeigten sich nur die Sphärokristalle intensiv lilarot gefärbt, wodurch ihre radialfasrige Struktur (vgl. Fig. 1, S. 13) noch deutlicher erkennbar wurde, während die Rhomboeder ganz unverändert und farblos erschienen. Nach fünf Tagen waren die Rhomboeder bis zu 20—30 μ

Kantenlänge gewachsen; die kugelförmigen Gebilde jedoch in rundliche Kristallaggregate übergegangen, an denen wohl hier und da einzelne Flächen, aber keine bestimmte Formen zu erkennen waren. Der Niederschlag gab jetzt die Aragonitreaktion nicht mehr. Wird der Niederschlag sogleich abfiltriert und ausgewaschen, so sind die Sphärokristalle im trockenen Zustande beständig, bei längerem Kochen mit Wasser gehen sie jedoch auch in diesem Fall in Kalkspat über.

Die ganz zuerst entstehenden, vollkommen amorphen, bräunlichen Flocken scheinen bisher noch nicht beobachtet worden zu sein, da weder ROSE[1] noch LINK[2], die im übrigen die Fällung von Calciumsalzen mit kohlensauren Alkalien genau beschreiben, etwas davon erwähnen. ROSE giebt zwar an, dass bei der Fällung zuerst ein sehr voluminöser Niederschlag entsteht, der aber nach ihm aus kleinen, der Kreide ähnlichen Körnern zusammengesetzt ist. Wahrscheinlich hat er den Niederschlag nicht sofort nach der Fällung untersucht, so dass dieser bereits vollständig kristallinisch geworden war, als er ihn unter das Mikroskop brachte. Die kreideähnlichen, rundlichen Körner erhielt auch LINK, der davon Abbildungen giebt[3], die im wesentlichen dem von mir beobachteten entsprechen. ROSE hielt sie für Kalkspat, da sie nach seinen Bestimmungen dasselbe spezifische Gewicht wie dieser besitzen. Dass dies jedoch nicht richtig sein kann, geht daraus hervor, dass sie die Aragonitreaktion geben. Da sie aber, wie oben erwähnt, ziemlich schnell in Calcit übergehen, so ist es leicht möglich, dass ROSE dass pezifische Gewicht der bereits umgelagerten Substanz bestimmt hat.

Wegen dieser Unbeständigkeit ist es nicht leicht, eine einigermassen genaue Dichtebestimmung zu erhalten. Die Anwendung THOULET'scher Lösung ist ausgeschlossen, da die Sphärokristalle hierin sehr schnell in Kalkspat übergehen. Zur Vertreibung der Luftblasen dürfen sie auch nicht längere Zeit mit Wasser gekocht werden, weil hierdurch bereits Umlagerung eintritt. Mit Hilfe von Acetylentetrabromid konnte ich feststellen, dass das spezifische Gewicht der vorher mit Benzol gekochten und einige Zeit im Vakuum unter Benzol stehen gelassenen Substanz zwischen 2,60 und 2,65 liegt. Bei den Versuchen, das spezifische Gewicht mit Hilfe des

---

[1] ROSE, Ueber die Bildung des Kalkspats und Aragonits. Pogg. Ann. **42**, 353 (1837).

[2] H. F. LINK, Ueber die erste Entstehung der Kristalle. Pogg. Ann. **46**, 258 (1839).

[3] A. a. O. Tafel III, Fig. 3, 4 und 6.

Pyknometers oder nach der von Rose angewandten Methode der direkten Wägung unter Wasser zu bestimmen, erhielt auch ich stets die Zahl 2,71.

Nach allem dem ist es mir nicht zweifelhaft, dass wir es hier mit der gleichen Form von Calciumkarbonat zu thun haben, die von Vater als „sphärische Aggregate" beschrieben worden ist. Obwohl Vater kein Bedenken getragen hat, die von ihm erhaltenen Sphärokristalle „künstlichen Ktypeit" zu nennen, kann ich mich diesem Vorgang nicht anschliessen, da mir die Identität der „sphärischen Aggregate" von Vater mit dem „Ktypeit" von Lacroix doch noch nicht genügend einwandsfrei erwiesen scheint. Der Einfachheit halber werde ich die Sphärokristalle, soweit sie die Aragonitreaktion geben, im folgenden kurz als „Kugeln" bezeichnen.

Wenn wir also vorläufig einmal von dem Unterschied zwischen den sphärischen Aggregaten, Ktypeit und Aragonit absehen, so ist bei diesem Versuch, in Uebereinstimmung mit den Angaben Adler's[1], in der Kälte Aragonit, allerdings von einer besonderen Ausbildungsweise, entstanden.

Die amorphen Flocken bestehen meiner Ansicht nach aus wasserhaltigem kohlensaurem Kalk. Das Auskristallisieren von kohlensaurem Natron erkläre ich mir dadurch, dass in dem Niederschlag eine gewisse Menge Wasser chemisch gebunden ist, wodurch die Lösung an kohlensaurem Natron übersättigt wird.

Versuch 2.

(Ueberschuss von kohlensaurem Natron; verdünnte, kalte Lösung.)

50 ccm Sodalösung wurden mit Wasser auf 250 ccm verdünnt und bei 15° mit 25 ccm Chlorcalciumlösung versetzt, die ebenfalls auf 250 ccm verdünnt waren. Der sogleich sich bildende Niederschlag war völlig amorph und bestand aus den gleichen bräunlichen Flocken wie bei Versuch 1. Ein Teil wurde nun in eine grössere Menge siedendes Wasser eingetropft, wodurch er sogleich kristallinisch wurde. Unter dem Mikroskop sah er genau so aus, als ob er direkt heiss gefällt worden wäre (s. Versuch 6), d. h. er bestand aus büschelförmigen Nadeln, untermengt mit ganz wenigen mittelgrossen (5—10 μ) Rhomboedern; Kugeln waren keine vorhanden. Abfiltriert und ausgewaschen gab er starke Aragonitreaktion.

Der in der Kälte stehen gebliebene, amorphe Niederschlag war nach einer Viertelstunde der Hauptmenge nach unverändert; da-

[1] Vgl. S. 7.

zwischen fanden sich jedoch einzelne grosse, meist verzwillingte Rhomboeder von 20—30 μ Kantenlänge und wenige ebensogrosse Kugeln. Nach einer weiteren Viertelstunde war eine wesentliche Aenderung nicht bemerkbar. Die auf dem Objektträger befindliche Probe wurde in der bei Versuch 1 beschriebenen Weise schnell kristallinisch; im Verlaufe einiger Minuten erreichten Rhomboeder und Kugeln eine Grösse von 3—4 μ; die Rhomboeder, sämtlich Grundrhomboeder, waren ganz klar durchsichtig und sehr scharf ausgebildet.

Nach einer Stunde war ein Teil des Niederschlags immer noch amorph; Rhomboeder und Kugeln waren bis zu 40 μ gewachsen. Nach zwei Stunden war die Umwandlung beendet. Der Niederschlag bestand jetzt zum grössten Teil aus 15—50 μ grossen, meist zu wenigen zusammengewachsenen Rhomboedern, zum kleineren Teil aus gleichgrossen Kugeln. Wie bei Versuch 1 gaben die letzteren starke Aragonitreaktion, während die Rhomboeder unverändert blieben.

Fig. 1.

Die Verdünnung hatte somit den Uebergang aus dem amorphen in den kristallisierten Zustand etwas verzögert und ausserdem die Bildung von Kalkspat begünstigt. Wohl infolge der langsameren Umwandlung erreichten Kugeln und Rhomboeder eine beträchtlichere Grösse.

Dieser Versuch beweist ferner, dass der bereits abgeschiedene kohlensaure Kalk, solange er noch amorph ist, sowohl in typischen Aragonit wie in Kalkspat übergehen kann, und dass es wesentlich nur die Temperatur ist, welche die Entstehung der einen oder anderen Modifikation veranlasst.

Versuch 3.

(Ueberschuss an Chlorcalcium; konzentrierte, kalte Lösung.)

50 ccm Chlorcalciumlösung wurden bei 15° mit 50 ccm Sodalösung versetzt. Auch hier bildete sich zuerst eine ganz wasserklare Gallerte, die in kurzer Zeit weiss und undurchsichtig

wurde. Unter dem Mikroskop zeigten sich nur die bräunlichen amorphen Flocken; Kristalle waren nicht erkennbar. Nach einer halben Stunde etwa war der Niederschlag ganz kristallinisch geworden. Er bestand jetzt fast vollständig aus kleinen rundlichen Körnern, deren Durchmesser sehr gleichmässig 2—3,5 μ betrug, nur einzelne waren bis zu 7 μ gross. Der Niederschlag gab keine Aragonitreaktion. Nachdem er fünf Tage unter der Mutterlauge gestanden hatte, zeigten sich vereinzelte Rhomboeder bis zu 4 μ Kantenlänge. Nach ferneren fünf Tagen war eine weitere Aenderung nicht bemerkbar. Durch den Ueberschuss an Chlorcalcium war die Entstehung von Kugeln völlig verhindert worden.

Versuch 3a.

Der gleiche Versuch wurde wiederholt. Nach etwa 3 Minuten, sobald die Masse dickflüssig geworden war, wurde mit 200 ccm kaltem Wasser verdünnt. Nach einer halben Stunde hatte sich der Niederschlag völlig zusammengesetzt. Er bestand jetzt überwiegend aus kugeligen Gebilden von 5—15 μ Durchmesser, daneben zeigten sich vereinzelte Rhomboeder von 5—7 μ Kantenlänge und sehr zahlreiche kleinere von 1,5—2,5 μ. Der Niederschlag gab keine Aragonitreaktion. Nach zweitägigem Stehen unter der Mutterlauge war er etwa zur Hälfte aus 10—20 μ grossen Rhomboedern zusammengesetzt; die kleineren waren fast vollständig verschwunden. Nach weiteren acht Tagen war keine Veränderung zu bemerken.

Die nachträgliche Verdünnung hatte somit keinen wesentlichen Einfluss auf den Verlauf der Reaktion gehabt.

Versuch 4.

(Ueberschuss an Chlorcalcium; verdünnte, kalte Lösung.)

25 ccm Chlorcalciumlösung wurden auf 250 ccm verdünnt und bei 15° 25 ccm Sodalösung, gleichfalls auf das zehnfache verdünnt, hinzugegeben. Der entstehende Niederschlag war völlig amorph. Nach zehn Minuten wurde eine Probe im Reagenzglas aufgekocht, wodurch sie schnell kristallinisch wurde. Unter dem Mikroskop erwies sie sich als nur aus Nadeln bestehend, dementsprechend gab sie auch die Aragonitreaktion sehr stark.

Eine andere Probe wurde gleichzeitig abfiltriert und zweimal mit kaltem Wasser gewaschen. Es zeigten sich jetzt einzelne grössere und viele sehr kleine Rhomboeder in die amorphe Grundmasse eingebettet. Durch weiteres Auswaschen wurde sie ganz kristallinisch.

Eine nach einer halben Stunde aufgekochte Probe bestand überwiegend aus Nadeln, daneben waren wenige Rhomboeder von 15—20 μ Kantenlänge vorhanden.

Nach einer Stunde war der Niederschlag ganz kristallinisch geworden. Er war jetzt etwa zu gleichen Teilen aus Kugeln und Rhomboedern von 2—15 μ Durchmesser bezw. Kantenlänge zusammengesetzt (in Fig. 2 sind nur die Kugeln zur Darstellung gebracht). Eine aufgekochte Probe besass genau das gleiche Aussehen; Nadeln waren keine mehr gebildet worden. Der Niederschlag gab starke Aragonitreaktion; unter dem Mikroskop zeigten sich nur die Kugeln gefärbt. Nach dreitägigem Stehen unter der

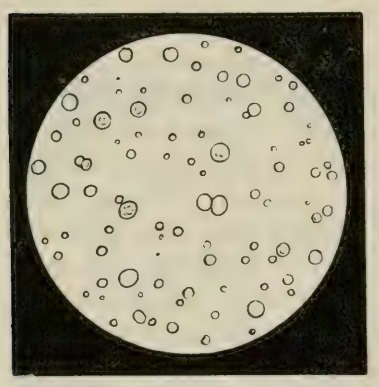


Fig. 2.

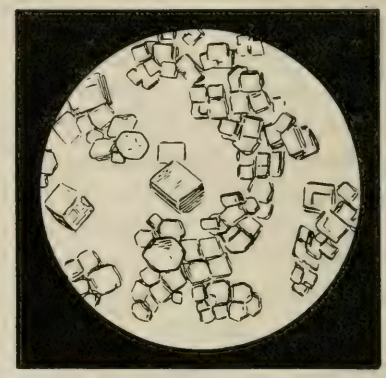


Fig. 3.

Mutterlauge bestand der Niederschlag fast nur noch aus 15—25 μ grossen Rhomboedern oder kugeligen Aggregaten solcher (Fig. 3). Die Aragonitreaktion gab er nun nicht mehr.

Gegenüber den beiden vorigen Versuchen waren hier neben den Kalkspatrhomboedern auch Aragonitkugeln entstanden. Die grössere Verdünnung hatte somit dem Einfluss des Chlorcalciumüberschusses entgegengewirkt.

Bei allen bisherigen in der Kälte ausgeführten Versuchen hat sich der Aragonit niemals in Nadeln abgeschieden, diese entstanden vielmehr nur durch nachträgliches Erhitzen des amorphen Calciumkarbonates.

Versuch 5.

(Ueberschuss an kohlensaurem Natron; konzentrierte, heisse Lösung.)

75 ccm Natriumkarbonatlösung wurden zum Sieden erhitzt und mit 50 ccm siedender Chlorcalciumlösung versetzt. Die Mischung

blieb einen Augenblick ganz unverändert, dann schied sich eine klare, durchsichtige Gallerte aus, die beim Umrühren sehr bald trüb und weiss wurde. Die Masse bildete nun einen dicken, kaum noch flüssigen Brei. Erst nach und nach wurde der Niederschlag kristallinisch und damit das Ganze wieder dünnflüssig. Die Umwandlung erfolgt sehr viel schneller als in der Kälte und ist in etwa zwei Minuten beendet; durch Umrühren kann sie noch beschleunigt werden. Ein sofort abfiltrierter und ausgewaschener Teil des Niederschlags gab die Aragonitreaktion. Er bestand der Hauptmenge nach aus kurzen (5—10 μ grossen) Nädelchen und rundlichen Körnern von 0,5—1 μ Durchmesser; dazwischen zeigten sich ganz wenige gut ausgebildete Rhomboeder von 2 μ Kantenlänge.

In dem unter der Mutterlauge stehen gebliebenen Rest waren nach acht Tagen die Nädelchen noch zum grössten Teil erhalten, nach weiteren zehn Tagen waren aber nur nach langem Suchen hier und da einige zu finden. Der Niederschlag gab jetzt auch die Aragonitreaktion nicht mehr.

Im Gegensatz zu den in der Kälte ausgeführten Versuchen hatte sich hier der Aragonit in Nadelform ausgeschieden, die sich im Vergleich zu den Kugeln als sehr viel beständiger erwies.

Versuch 5a.

Der gleiche Versuch wurde noch einmal wiederholt, wobei die Reaktion ebenso wie vorher verlief. Sobald sich die amorphe Gallerte abgeschieden hatte, wurde ein Teil in eine grössere Menge kaltes Wasser gegossen, wodurch sogleich ein kristallinischer Niederschlag entstand, der genau so aussah, als ob er kalt gefällt worden wäre, d. h. er bestand zu zwei Drittel aus Kugeln von 10—15 μ Durchmesser; ebenso grosse, meist klar und scharf ausgebildete Rhomboeder bildeten den Rest. Er gab die Aragonitreaktion sehr stark.

Der in der heissen Flüssigkeit gebliebene Teil war nach einigen Minuten ebenfalls ganz kristallinisch geworden und bestand aus kurzen Nadeln, zahlreichen rundlichen Körnern und wenigen Rhomboedern. Auch er gab die Aragonitreaktion.

Nach vier Tagen waren die Nadeln verschwunden und an ihre Stelle meistens körnige Aggregate getreten, neben wenigen grösseren Rhomboedern. Die Aragonitreaktion trat jetzt nicht mehr ein.

Dieser Versuch beweist ebenso wie Versuch 2, dass es lediglich von der Temperatur abhängt, ob der amorphe kohlensaure

Kalk in kugelförmigen Aragonit bezw. Kalkspat oder in nadelförmigen Aragonit übergeht.

Versuch 6.

(Ueberschuss an kohlensaurem Natron; verdünnte, heisse Lösung.)

50 ccm Sodalösung wurden auf 250 ccm verdünnt und mit 25 auf das zehnfache verdünnten ccm Chlorcalciumlösung in der Siedehitze gefällt. Der Niederschlag war im ersten Augenblick amorph, wurde aber sehr schnell kristallinisch und bestand fast völlig aus 20—35 μ langen Nadeln (Fig. 4); dazwischen fanden sich wenige, nicht klar durchsichtige Rhomboeder. Er gab starke Aragonitreaktion.

Fig. 4.

Fig. 5.

Nach drei Monaten war ein grosser Teil der Nadeln noch erhalten, die Hauptmenge bestand jetzt jedoch aus 15—20 μ grossen Rhomboedern (Fig. 5). Die Aragonitreaktion gab der Niederschlag immer noch ziemlich stark.

Die grössere Verdünnung hatte mithin im wesentlichen nur auf die Länge und die Beständigkeit der Nadeln Einfluss gehabt.

Versuch 7.

(Ueberschuss an Chlorcalcium; konzentrierte, heisse Lösung.)

50 ccm Chlorcalciumlösung wurden zum Sieden erhitzt und mit 50 ccm siedender Sodalösung schnell gemischt. Auch hier bildete sich zuerst eine klare Gallerte, die sich bald in der bei Versuch 5 beschriebenen Weise umwandelte. Der kristallinisch gewordene Niederschlag sah ebenso aus wie der bei 5 erhaltene. Nach dreitägigem Stehen unter der Mutterlauge waren keine Nädel-

chen mehr aufzufinden. Der Niederschlag gab jetzt auch die Aragonitreaktion nicht mehr.

Der Ueberschuss an Chlorcalcium hatte also auf den Verlauf der Reaktion keinen bemerkbaren Einfluss ausgeübt, beschleunigte aber die Umlagerung des gebildeten Aragonits in Kalkspat.

Versuch 7 a.

Der gleiche Versuch wurde wiederholt, nur mit dem Unterschiede, dass die heisse Sodalösung langsam unter stetigem Umrühren zugegeben wurde. Der Niederschlag wurde sehr schnell kristallinisch und war zu etwa zwei Drittel aus rundlichen Körnern von 1—5 μ Durchmesser, zu einem Drittel aus 5—15 μ langen, dicken, an beiden Enden zugespitzten Nadeln zusammengesetzt; ausserdem waren nur sehr wenige, gut ausgebildete Rhomboeder vorhanden. Eine abfiltrierte Probe gab nach dem Auswaschen nicht sehr starke Aragonitreaktion.

Unter der Mutterlauge war der Niederschlag bereits nach 24 Stunden ganz körnig geworden. Die einzelnen Körner waren jetzt etwas grösser, Nadeln keine mehr vorhanden.

Bei diesem Versuch ist der ungünstige Einfluss eines Chlorcalciumüberschusses auf die Aragonitbildung deutlich zu erkennen. Dass dieser Einfluss sich bei dem vorhergehenden und dem folgenden Versuch nicht so geltend gemacht hat, lässt sich wohl darauf zurückführen, dass bei der schnelleren Mischung der beiden Lösungen an manchen Stellen vorübergehend ein Ueberschuss an kohlensaurem Natron vorhanden ist.

Versuch 7 b.

Der gleiche Versuch wurde nochmals wiederholt. Der noch amorphe Niederschlag wurde zum Teil sofort in eine grössere Menge kaltes Wasser gegossen. Nachdem er kristallinisch geworden war, bestand er aus Rhomboedern von 2—10 μ Kantenlänge und ebenso grossen Kugeln; dagegen waren keine Nadeln vorhanden. Er gab die Aragonitreaktion nicht sehr stark.

Die heisse Hauptmenge wurde sehr bald kristallinisch und bestand fast nur aus Nadeln; daneben fanden sich wenige 2—5 μ grosse rundliche Körner und Rhomboeder. Dieser Niederschlag gab die Aragonitreaktion sehr stark.

Nach drei Tagen waren die Nadeln verschwunden, es zeigten sich nur noch die rundlichen Körner, die wahrscheinlich auch nichts

anderes als undeutliche Rhomboeder vorstellten. Die Aragonitreaktion trat nun nicht mehr ein.

Versuch 8.

(Ueberschuss an Chlorcalcium; verdünnte, heisse Lösung.)

25 ccm Chlorcalcium wurden auf 250 ccm verdünnt und in der Siedehitze mit 25 ccm Natriumkarbonatlösung, die ebenfalls auf 250 ccm verdünnt waren, gefällt. Der Niederschlag bestand ausschliesslich aus 10—20 μ langen Nadeln und gab die Aragonitreaktion sehr stark. Nachdem er 14 Tage unter der Mutterlauge gestanden hatte, war er noch ganz unverändert. Nach drei Monaten war er dagegen vollständig in 5—15 μ grosse, klar und scharf ausgebildete Rhomboeder übergegangen.

Die grössere Verdünnung hatte also auch hier, wie bei Versuch 6, die Entstehung von Aragonit befördert. Infolge der Anwesenheit von Chlorcalcium in der Mutterlauge waren aber in diesem Fall die Nadeln weniger beständig als bei 6.

Fassen wir die Ergebnisse aller mit neutralem kohlensauren Natron angestellten Versuche noch einmal kurz zusammen, so geht daraus folgendes hervor:

1. Bei niederer Temperatur scheidet sich der Aragonit stets nur in Kugeln, bei höherer stets nur in Nadeln ab.

2. Es entsteht um so mehr Aragonit, je alkalischer die Lösung ist; ein Ueberschuss an Chlorcalcium wirkt der Aragonitbildung entgegen und vermag sie unter Umständen ganz zu unterdrücken.

3. Durch Verdünnen wird in der Kälte der Einfluss eines Ueberschusses sowohl an kohlensaurem Natron wie an Chlorcalcium abgeschwächt; in der Hitze wird dadurch in allen Fällen die Aragonitbildung begünstigt.

4. Der in der Kälte gefällte kugelförmige Aragonit geht unter der Mutterlauge in längstens 24 Stunden in Kalkspat über. Der heiss gefällte nadelförmige Aragonit ist dagegen unter den gleichen Bedingungen ziemlich beständig; er lagert sich um so schneller in Kalkspat um, je mehr Chlorcalcium die Mutterlauge enthält.

B. Fällungen mit doppeltkohlensaurem Natron.

Die verwendete Chlorcalciumlösung enthielt 200 g wasserfreies Chlorcalcium, die Alkalilösung 75 g doppeltkohlensaures Natron im Liter. 50 ccm Chlorcalciumlösung erfordern zur vollständigen Ausfällung 200 ccm Natriumbikarbonatlösung.

Bei den in der Hitze ausgeführten Versuchen wurde die Lösung von doppeltkohlensaurem Natron auf 95° erwärmt, wobei noch kein wesentlicher Verlust an Kohlensäure eintrat; die Chlorcalciumlösung wurde kochend angewandt.

Versuch 9.

(Ueberschuss an Natriumbikarbonat; konzentrierte, kalte Lösung.)

100 ccm Natriumbikarbonatlösung wurden bei 15° mit 25 ccm Chlorcalciumlösung versetzt. Es entstand sofort ein amorpher, aus bräunlichen Flocken bestehender Niederschlag, ohne dass sich Kohlensäure entwickelte. Erst nach Verlauf von etwa zwei Minuten zeigten sich die ersten Blasen, deren Menge beim Umrühren sehr zunahm. Eine aufgekochte Probe bestand aus undeutlichen Körnern und Nadeln.

Nach fünf Minuten begann der Niederschlag kristallinisch zu werden. Eine nach einer Viertelstunde aufgekochte Probe war zu gleichen Teilen aus Kugeln von 15—20 μ Durchmesser, 5—20 μ grossen Rhomboedern und büschelförmig gruppierten Nadeln zusammengesetzt.

Der in der kalten Flüssigkeit verbliebene Niederschlag bestand zur Hälfte aus sehr gleichmässig 10—15 μ grossen Kugeln, zur Hälfte aus ebenso grossen Rhomboedern. Die Kugeln gaben die Aragonitreaktion. Nach 24 Stunden waren noch Rhomboeder von 15—20 μ Kantenlänge vorhanden, sowie kugelige Aggregate solcher. Der Niederschlag gab jetzt die Aragonitreaktion nicht mehr.

Wie bei dem entsprechenden Versuch mit neutralem kohlensauren Natron (1) hatte sich demnach auch hier in der Kälte neben Kalkspat Aragonit in Kugelform abgeschieden.

Versuch 10.

(Ueberschuss an Natriumbikarbonat; verdünnte, kalte Lösung.)

100 ccm Natriumbikarbonatlösung wurden auf 250 ccm verdünnt und bei 15° 25 ccm Chlorcalciumlösung, die gleichfalls auf 250 ccm verdünnt waren, hinzugefügt. Die Mischung stellte eine milchige Flüssigkeit dar. Der Niederschlag war zunächst völlig amorph; beim Umrühren ballte er sich zu grösseren Flocken zusammen. Nach zehn Minuten zeigten sich einzelne grössere Rhomboeder von 10 μ Kantenlänge, zahllose kleine und wenige Kugeln von 2—3 μ Durchmesser.

Nach 20 Minuten war der Niederschlag ganz zusammengefallen. Jetzt begann auch eine schwache Kohlensäureentwicklung, die langsam anhielt. Der Niederschlag bestand hauptsächlich aus 5—15 μ grossen, klar und scharf ausgebildeten Rhomboedern; ausserdem waren aber auch noch viele von 1—2 μ Kantenlänge vorhanden. Nach einer Stunde waren die Rhomboeder 10—20 μ gross geworden; dazwischen zeigten sich sehr vereinzelte Kugeln von gleicher Grösse. In einer mit Kobaltnitrat gekochten Probe wurden nur die wenigen Kugeln gefärbt.

Der Niederschlag wurde nunmehr abfiltriert und ein Teil des Filtrates im Reagenzglas gekocht. Hierdurch fiel unter starker Kohlensäureentwicklung ein geringer Niederschlag, der ganz aus sechsstrahligen Sternen von der Form der Schneekristalle zusammengesetzt war. Der beim Kochen des gesamten Filtrates in einem Kochfläschchen gebildete Niederschlag bestand neben wenigen Sternen aus rundlichen bis sechseckigen Scheiben, in deren Mitte sich ebenso wie bei den Sternen eine kleine Kugel oder ein Rhomboederchen befand (vgl. Fig. 6 u. 7). Scheiben wie Sterne gaben starke Aragonitreaktion.

Die gleichen Sterne und Scheiben sind auch schon von ROSE[1], sowie von VATER[2] erhalten worden. Beide erklären sie für Kalkspat. Da sie aber die Aragonitreaktion geben, glaube ich, dass sie ihrer Substanz nach mit den in der Kälte entstehenden Kugeln identisch sind und demnach eine besondere Ausbildungsform des Aragonits vorstellen.

Durch die grössere Verdünnung ist bei diesem Versuch die Aragonitbildung sehr zurückgedrängt worden.

Versuch 11.

(Ueberschuss an Chlorcalcium; konzentrierte, kalte Lösung.)

50 ccm Chlorcalciumlösung wurden bei 15° mit 100 ccm Natriumbikarbonatlösung versetzt. Der Niederschlag war anfangs völlig amorph und bestand nur aus bräunlichen Flocken. Sehr bald begann eine schwache Kohlensäureentwicklung, die langsam

---

[1] G. ROSE, Ueber die Umstände, unter denen der kohlensaure Kalk sich in seinen heteromorphen Zuständen, als Kalkspat, Aragonit und Kreide abscheidet. Pogg. Ann. **111**, 162 (1860).

[2] H. VATER, Die scheibenförmigen Kristalliten des Calciumkarbonates. Zeitschr. f. Kryst. **27**, 477 (1896). Hier sind auch die älteren Angaben über das Vorkommen solcher Scheiben ausführlich berücksichtigt.

fortdauerte. Eine sofort aufgekochte Probe zeigte unter dem Mikroskop fast nur kurze Nädelchen und gab die Aragonitreaktion.

Nach einer Viertelstunde bestand die Hauptmenge des Niederschlags aus Kugeln von 2—15 μ Durchmesser, daneben waren aber auch zahlreiche Rhomboeder von etwa 10 μ Kantenlänge vorhanden. Die Kugeln gaben die Aragonitreaktion. Nach einer Stunde war keine weitere Aenderung eingetreten. Nach 24stündigem Stehen unter der Mutterlauge waren die Kugeln in Kristallaggregate übergegangen, die die Aragonitreaktion nicht mehr gaben.

Gegenüber dem entsprechenden Versuch mit neutralem kohlensaurem Natron (3) waren also hier trotz des Ueberschusses an Chlorcalcium doch Kugeln gebildet worden.

Versuch 12.

(Ueberschuss an Chlorcalcium; verdünnte, kalte Lösung.)

25 ccm Chlorcalciumlösung wurden auf 250 ccm verdünnt und bei 15° mit 50 ccm Natriumbikarbonatlösung, die gleichfalls auf 250 ccm verdünnt waren, gefällt. Die Mischung blieb noch einige Augenblicke durchscheinend, wenn auch sehr trüb. Die Trübung nahm schnell zu, und nach einer Minute war die Flüssigkeit milchig undurchsichtig geworden. Nach fünf Minuten begann der Niederschlag auch ohne Umrühren sich zusammenzuballen, und nach etwa 20 Minuten traten die ersten Kohlensäurebläschen auf. Der Niederschlag war jetzt ganz zusammengefallen und die darüberstehende Flüssigkeit nur noch wenig getrübt. Unter dem Mikroskop zeigten sich hauptsächlich klare und scharfe Rhomboeder von 5—15 μ Kantenlänge und nur ganz wenige Kugeln. Diese waren nach dem Kochen mit Kobaltnitratlösung gefärbt, was aber nur unter dem Mikroskop zu sehen war.

Aus der vom Niederschlage abfiltrierten Mutterlauge schieden sich beim schnellen Aufkochen im Reagenzglase sehr schön ausgebildete sechsstrahlige Sterne von 15—25 μ Durchmesser ab (Fig. 6).

Eine andere Probe wurde in eine grössere Menge siedendes Wasser eingetropft. Hierdurch bildeten sich ausschliesslich 5—20 μ grosse, am Rande meist etwas gekerbte Scheiben, die in der Mitte ein kleines, rundliches Korn enthielten (Fig. 7). Nadeln waren in beiden Fällen nicht entstanden. Sterne wie Scheiben gaben die Aragonitreaktion sehr stark.

Auch hier war, wie bei Versuch 10, durch die Verdünnung die Bildung von Kugeln zurückgehalten worden.

Versuch 13.

(Ueberschuss an Natriumbikarbonat; konzentrierte, heisse Lösung.)

200 ccm Natriumbikarbonatlösung wurden auf 95° erhitzt, wobei nur wenig Kohlensäure entwich, und unter Umrühren ziemlich schnell mit 50 ccm kochender Chlorcalciumlösung versetzt. Unter starkem Aufschäumen entwich sehr viel Kohlensäure, die Temperatur sank dabei auf 85°. Der sofort kristallinisch ausfallende Niederschlag bestand aus 5—40 (meist 20—30) μ langen, garbenförmig vereinigten Nadeln. Dazwischen zeigten sich nur ganz wenige 5—10 μ grosse, klar durchsichtige Rhomboeder. Eine sofort

Fig. 6.

Fig. 7.

abfiltrierte und ausgewaschene Probe gab die Aragonitreaktion sehr stark. Der Rest blieb unter der Mutterlauge stehen. Nach 24 Stunden waren die Nadeln zum grössten Teil verschwunden und an ihre Stelle Rhomboeder von durchschnittlich 5 μ Kantenlänge getreten. Nach weiteren drei Tagen waren gar keine Nadeln mehr vorhanden. Der Niederschlag gab jetzt auch die Aragonitreaktion nicht mehr.

In der Hitze hatte sich also trotz der grossen Menge freier Kohlensäure fast ausschliesslich Aragonit in Nadelform gebildet.

Versuch 14.

(Ueberschuss an Natriumbikarbonat; verdünnte, heisse Lösung.)

100 ccm Natriumbikarbonatlösung wurden auf 250 ccm verdünnt und heiss mit 25 ccm Chlorcalciumlösung, die ebenfalls auf 250 ccm verdünnt waren, versetzt. Unter starker Kohlensäureentwicklung entstand sofort ein kristallinischer Niederschlag, der aus

40—70 μ langen Nadeln und nur aus sehr wenigen klar durchsichtigen und scharf ausgebildeten Rhomboedern von 7—10 μ Kantenlänge zusammengesetzt war. Eine sofort in kaltes Wasser gegossene Probe sah genau ebenso aus. Der Niederschlag gab die Aragonitreaktion sehr stark, auch noch, nachdem er 10 Tage unter der Mutterlauge gestanden hatte; sein Aussehen war dabei unverändert geblieben.

Auch bei diesem Versuch war demnach trotz der freien Kohlensäure fast nur Aragonit entstanden.

Versuch 15.

(Ueberschuss an Chlorcalcium; konzentrierte, heisse Lösung.)

50 ccm Chlorcalciumlösung wurden heiss mit 100 ccm der Lösung von doppeltkohlensaurem Natron versetzt, wobei sich sehr viel Kohlensäure entwickelte. Der Niederschlag bestand aus büschelförmig angeordneten Nadeln von 10—30 μ Länge. Ganz vereinzelt fanden sich einige 5—10 μ grosse, klar durchsichtige Rhomboeder. Ein sogleich abfiltrierter Teil gab starke Aragonitreaktion. Nach dreitägigem Stehen unter der Mutterlauge hatten sich in der obenauf schwimmenden Decke noch zahlreiche Nadeln erhalten. Die am Boden befindliche Hauptmenge bestand jedoch nur aus 5—10 μ grossen rundlichen Körnern und Rhomboedern; diese gaben die Aragonitreaktion nicht mehr.

Auch hier war somit zunächst Aragonit gebildet worden, der sich aber verhältnismässig schnell in Kalkspat umwandelte.

Versuch 16.

(Ueberschuss an Chlorcalcium; verdünnte, heisse Lösung.)

25 ccm Chlorcalcium, auf 250 ccm verdünnt, wurden siedendheiss mit 50 ccm Natriumbikarbonatlösung, die auch auf 250 ccm verdünnt waren, gefällt. Hierbei entwickelte sich sehr viel Kohlensäure. Der Niederschlag bestand aus einzelnen 30—60 μ langen Nadeln und wenigen 5—10 μ grossen Rhomboedern, deren Zahl etwas grösser als bei dem vorigen Versuch war (Fig. 8). Er gab die Aragonitreaktion sehr stark. Nach einem Monat schien er noch unverändert und gab auch noch immer die Aragonitreaktion. Nach drei Monaten waren nur noch sehr wenige Nadeln erhalten, die Hauptmenge bestand aus 10—20 μ grossen, zum Teil gut ausgebildeten Rhomboedern.

Durch die grössere Verdünnung war mithin der Einfluss des Chlorcalciums auf die Umlagerung des Aragonits abgeschwächt.

Die mit doppeltkohlensaurem Natron angestellten Versuche haben sonach ergeben:

1. In der Hitze scheidet sich der kohlensaure Kalk trotz der grossen Menge Kohlensäure, die bei der Fällung frei wird, als Aragonit in Nadeln aus; in der Kälte wird um so mehr Kalkspat gebildet, je verdünnter die Lösung ist.

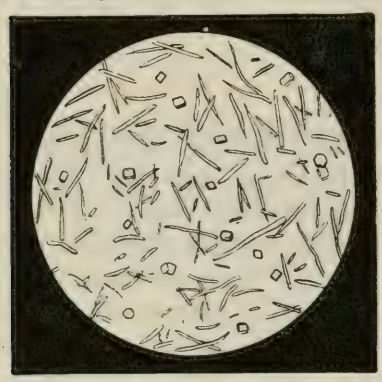


Fig. 8.

2. Der kalt gefällte Aragonit lagert sich in allen Fällen sehr bald in Kalkspat um; der heiss gefällte thut dies um so schneller, je mehr Chlorcalcium die Mutterlauge enthält und je konzentrierter sie ist.

Im übrigen zeigte sich kein Unterschied gegenüber den Versuchen mit neutralem kohlensaurem Natron, und das für diese Gesagte gilt auch hier.

C. Fällungen mit kohlensaurem Ammon.

Die angewandte Chlorcalciumlösung enthielt wie bei den früheren Versuchen 200 g wasserfreies Chlorcalcium, die Ammoniumkarbonatlösung 150 g festes kohlensaures Ammon und die Ammoniakflüssigkeit 60 g Ammoniak im Liter.

Unter der Voraussetzung, dass dem festen kohlensaurem Ammon die Formel $NH_4 HCO_3 + NH_4 CO_2 NH_2$ zukommt, sind zur vollständigen Ausfällung von 50 ccm Chlorcalciumlösung 67 ccm Ammoniumkarbonatlösung oder 52 ccm und 13 ccm Ammoniakflüssigkeit erforderlich.

Bei den in der Hitze ausgeführten Versuchen wurde die Lösung von kohlensaurem Ammon schnell auf 75° erwärmt, wodurch noch keine bedeutende Zersetzung herbeigeführt wurde; die Chlorcalciumlösung wurde kochend angewandt.

Versuch 17.

(Ueberschuss an Ammoniumkarbonat; konzentrierte, kalte Lösung.)

75 ccm Ammoniumkarbonatlösung wurden bei 15° mit 50 ccm Chlorcalciumlösung versetzt. Unter starker Kohlensäureentwicklung

fiel ein dicker gelatinöser Niederschlag, der völlig aus amorphen, bräunlichen Flocken bestand. Nach 10 Minuten war er ganz kristallinisch geworden und zeigte sich jetzt unter dem Mikroskop als nur aus Kugeln von 5—20 μ Durchmesser zusammengesetzt; Rhomboeder fehlten vollständig. Eine abfiltrierte Probe gab starke Aragonitreaktion.

Nach 24 stündigem Stehen unter der Mutterlauge hatten sich die Kugeln vollständig umgelagert; die Aragonitreaktion trat jetzt nicht mehr ein.

Trotz Anwesenheit von viel freier Kohlensäure hatte sich also der kohlensaure Kalk als kugelförmiger Aragonit abgeschieden.

Versuch 18.

(Ueberschuss an Ammoniumkarbonat; verdünnte, kalte Lösung.)

50 ccm Ammoniumkarbonatlösung wurden mit 200 ccm Wasser versetzt und bei 15° mit 25 ccm Chlorcalciumlösung, die auf 250 ccm verdünnt waren, gefällt. Der sofort sich bildende Niederschlag war anfangs ganz amorph. Nach Verlauf einiger Zeit trat schwache Kohlensäureentwicklung ein. Nach einer Viertelstunde war der Niederschlag zum Teil immer noch amorph, doch waren auch schon viele Rhomboeder vorhanden. Nach einer halben Stunde war er ganz kristallinisch geworden und bestand nun ausschliesslich aus 15—30 μ grossen Rhomboedern. Er gab infolge dessen auch nicht die Aragonitreaktion.

Durch die grössere Verdünnung war somit die Aragonitbildung vollkommen unterdrückt worden.

Versuch 19.

(Ueberschuss an Chlorcalcium; konzentrierte, kalte Lösung.)

50 ccm Chlorcalciumlösung wurden bei 15° mit 50 ccm der Lösung von kohlensaurem Ammon gefällt. Der Verlauf der Reaktion war im wesentlichen derselbe wie bei Versuch 17. Der zuerst entstehende amorphe Niederschlag wurde innerhalb 10 Minuten kristallinisch und bestand grösstenteils aus 5—20 μ grossen Kugeln, ausserdem waren zahlreiche sehr kleine (0,5 μ) Körnchen vorhanden; Rhomboeder waren nicht zu erkennen. Eine abfiltrierte Probe gab starke Aragonitreaktion. Nach 24 Stunden trat diese nicht mehr ein, ein Zeichen, dass die Umlagerung in Kalkspat vollendet war.

Trotz des Ueberschusses an Chlorcalcium hatten sich also hauptsächlich Kugeln gebildet.

Versuch 20.

(Ueberschuss an Chlorcalcium; verdünnte, kalte Lösung.)

28 ccm Chlorcalciumlösung wurden auf 250 ccm verdünnt und mit 25 ccm Ammoniumkarbonatlösung, die ebenfalls auf das Zehnfache verdünnt waren, versetzt. Der zuerst amorphe Niederschlag war nach einer Viertelstunde kristallinisch geworden und bestand fast nur aus 5 μ grossen unregelmässigen Körnern, dazwischen zeigten sich einzelne gut ausgebildete Rhomboeder von 15—20 μ Kantenlänge und ganz wenige ebenso grosse Kugeln. Nach dem Kochen mit Kobaltnitrat war makroskopisch keine Färbung zu bemerken, unter dem Mikroskop erschienen die Kugeln gefärbt.

Durch die stärkere Verdünnung war mithin auch bei diesem Versuch die Aragonitbildung sehr zurückgedrängt.

Versuch 21.

(Ueberschuss an Ammoniumkarbonat; konzentrierte, heisse Lösung.)

75 ccm Ammoniumkarbonatlösung wurde auf 75° erwärmt und mit 50 ccm siedender Chlorcalciumlösung versetzt. Unter starker Kohlensäureentwicklung fiel ein sofort kristallinischer Niederschlag, der nur aus Rhomboedern von meist 3—6 μ Kantenlänge bestand und keine Aragonitreaktion gab.

In Uebereinstimmung mit den Angaben ADLER's war also thatsächlich in der Hitze kein Aragonit entstanden.

Versuch 22.

(Ueberschuss an Ammoniumkarbonat; verdünnte, heisse Lösung.)

50 ccm der Lösung von kohlensaurem Ammon wurden auf 250 ccm verdünnt und in der Hitze mit 25 ccm Chlorcalciumlösung, gleichfalls auf 250 ccm verdünnt, gefällt. Der unter starker Kohlensäureentwicklung entstehende Niederschlag war sogleich kristallinisch und bestand zu gleichen Teilen aus 5—10 μ grossen Rhomboedern und kurzen, büschelig vereinigten Nadeln. Er gab die Aragonitreaktion. Nach einem Monat erschien er im wesentlichen noch unverändert; nach zwei Monaten war er vollständig in Kalkspat umgewandelt und gab die Aragonitreaktion nicht mehr.

Infolge stärkerer Verdünnung war also wieder Aragonit gebildet worden.

Versuch 23.

(Ueberschuss an Chlorcalcium; konzentrierte, heisse Lösung.)

50 ccm Chlorcalciumlösung wurden in der Hitze mit 50 ccm Ammoniumkarbonatlösung gefällt. Der unter starker Kohlensäureentwicklung entstehende Niederschlag war sofort kristallinisch und bestand aus 5—10 μ grossen, gut ausgebildeten Rhomboedern und aus undeutlichen Körnern; er gab keine Aragonitreaktion.

Versuch 24.

(Ueberschuss an Chlorcalcium; verdünnte, heisse Lösung.)

25 ccm Chlorcalciumlösung wurden auf 250 ccm verdünnt und in der Hitze mit 25 ccm Ammoniumkarbonatlösung, die auch auf 250 ccm verdünnt waren, versetzt. Unter starker Kohlensäureentwicklung fiel ein kristallinischer Niederschlag, der etwa zur Hälfte aus klar und scharf ausgebildeten Rhomboedern von 15 μ Kantenlänge, zur Hälfte aus büschelig vereinigten Nadeln zusammengesetzt war (Fig. 9). Derselbe gab die Aragonitreaktion sehr stark. Nach 14 Tagen war er noch unverändert; nach einem Monat zeigte ein Teil der Nadeln beginnenden Zerfall. Nach 50 Tagen waren immer noch ziemlich viel Nadeln vorhanden, auch gab der Niederschlag noch die Aragonitreaktion. Nach weiteren drei Wochen war jedoch die Umwandlung in Kalkspat vollendet.

Fig. 9.

Wie bei Versuch 22 war somit auch in diesem Fall bei stärkerer Verdünnung Aragonit gebildet worden.

Versuch 25.

(Ueberschuss an Ammoniak; konzentrierte, kalte Lösung.)

75 ccm Ammoniumkarbonatlösung wurden mit 50 ccm Ammoniak versetzt und bei 15° 50 ccm Chlorcalciumlösung zugegeben. Es schied sich sofort eine völlig amorphe, durchscheinende Gallerte ab. Nach einer Viertelstunde war der grösste Teil des Niederschlages noch amorph, ein Teil war aber bereits in Kugeln übergegangen. Nach fünf Stunden waren nur noch wenige amorphe Flocken

erhalten, im übrigen bestand der ganze Niederschlag nur aus Kugeln von bis zu 40 μ Durchmesser. Er gab die Aragonitreaktion sehr stark. Nach zweitägigem Stehen unter der Mutterlauge waren die Kugeln zum grössten Teil noch vorhanden, während nach vier Tagen nur noch wenige aufzufinden waren.

Vergleicht man das Ergebnis dieses Versuchs mit dem bei 17 erhaltenen, so sieht man, dass der Ueberschuss an freiem Ammoniak lediglich die Beständigkeit der Kugeln beeinflusst hat, die in diesem Fall eine ungewöhnlich grosse war.

Versuch 26.

(Ueberschuss an Ammoniak; verdünnte, kalte Lösung.)

50 ccm der Lösung von kohlensaurem Ammon wurden mit 25 ccm Ammoniak versetzt, das Ganze auf 250 ccm verdünnt, und mit 25 ccm Chlorcalciumlösung, die ebenfalls auf 250 ccm verdünnt waren, gefällt. Der sogleich entstehende Niederschlag war vollständig amorph. Nach einer halben Stunde war er im wesentlichen unverändert, nach einer Stunde jedoch ganz kristallinisch. Er bestand jetzt fast nur aus Rhomboedern von 10—20 μ Kantenlänge, die meist klar und scharf ausgebildet waren, und wenigen bis zu 10 μ grossen Kugeln. Nach dem Kochen mit Kobaltnitrat war mit blossem Auge keine Färbung zu bemerken, unter dem Mikroskop erwiesen sich aber die Kugeln als gefärbt.

Durch die grössere Verdünnung wurde die Aragonitbildung, wenn auch nicht wie bei Versuch 18 vollständig unterdrückt, so doch stark zurückgedrängt.

Versuch 27.

(Ueberschuss an Ammoniak; verdünnte, kalte Lösung.)

50 ccm Ammoniumkarbonatlösung wurden mit 200 ccm Ammoniak versetzt und bei 15° mit 25 ccm Chlorcalciumlösung, die auf 250 ccm verdünnt waren, gefällt. Der Verlauf der Reaktion war im allgemeinen derselbe wie bei dem vorigen Versuch, nur ging die Umwandlung des amorphen Niederschlages langsamer vor sich. Der völlig kristallinisch gewordene Niederschlag bestand hauptsächlich aus Rhomboedern von der verschiedensten Grösse, die nur zum kleinsten Teil gut ausgebildet, sondern meist zu vielen miteinander verwachsen waren; daneben waren auch ziemlich zahlreiche bis 40 μ grosse Kugeln vorhanden. Nach 24 Stunden waren die

Kugeln grösstenteils noch vorhanden, sehr wenige auch noch nach zwei Tagen.

Der grössere Ueberschuss an Ammoniak hatte also ebenso wie bei dem vorhergehenden Versuch die Bildung von Kugeln begünstigt.

Versuch 28.

(Ueberschuss an Ammoniak; konzentrierte, heisse Lösung.)

75 ccm Ammoniumkarbonatlösung wurden mit 50 ccm Ammoniak versetzt, auf 75° erwärmt und mit 50 ccm siedender Chlorcalciumlösung gefällt. Unter starkem Aufschäumen entstand ein zunächst amorpher Niederschlag, der aber in wenigen Sekunden kristallinisch wurde. Er bestand mit Ausnahme sehr weniger 5—20 μ grosser, gut ausgebildeter Rhomboeder nur aus büschelig gehäuften Nadeln. Die Aragonitreaktion gab er sehr stark. Nach dreiwöchigem Stehen unter der Mutterlauge waren die Nadeln zum Teil bereits zerfallen, gaben aber die Aragonitreaktion immer noch ziemlich stark. Nach weiteren drei Wochen trat diese nicht mehr ein; der Niederschlag war nun ganz körnig geworden.

Vergleicht man diesen Versuch mit dem entsprechenden Versuch 21, so erkennt man, dass durch den Zusatz von Ammoniak die Bildung von Aragonit sehr befördert worden ist.

Versuch 29.

(Ueberschuss an Ammoniak; verdünnte, heisse Lösung.)

50 ccm Ammoniumkarbonatlösung wurden mit 25 ccm Ammoniak versetzt, auf 250 ccm verdünnt und in der Hitze mit 25 ccm Chlorcalciumlösung, die gleichfalls auf 250 ccm verdünnt waren, gefällt. In dem Niederschlage zeigten sich neben sehr wenigen amorphen Flocken und vereinzelten 5—10 μ grossen klaren Rhomboedern nur büschelförmig verzweigte Nadeln. Nach zwei Monaten war er noch ganz unverändert.

Im Vergleich mit Versuch 22 war also auch hier mehr Aragonit gebildet worden.

Fassen wir die Ergebnisse der Fällungen mit kohlensaurem Ammon kurz zusammen, so zeigt sich folgendes:

1. Bei Anwendung konzentrierter Lösungen wird in der Kälte vorzugsweise kugelförmiger Aragonit, in der Hitze nur Kalkspat gebildet.

2. Aus verdünnten Lösungen scheidet sich der kohlensaure Kalk in der Kälte als Kalkspat, in der Hitze dagegen auch als Aragonit ab.

3. Die Gegenwart von freiem Ammoniak begünstigt in der Kälte die Entstehung von kugelförmigem, in der Hitze die von nadelförmigem Aragonit.

Soweit es sich um das Verhalten konzentrierter Lösungen handelt, stimmen die von mir erhaltenen Resultate mit den Angaben ADLER's[1] überein, ebenso bei verdünnten kalten Lösungen. Dagegen trifft seine Behauptung, dass in der Hitze niemals Aragonit entstehe, für die verdünnten Lösungen nicht zu.

Vergleicht man die Wirkung des kohlensauren Ammons mit der des kohlensauren Natrons, so ist das verschiedene Verhalten der konzentrierten heissen Lösungen besonders bemerkenswert; während sich bei Anwendung von kohlensaurem Natron der kohlensaure Kalk als Aragonit abscheidet, entsteht mit kohlensaurem Ammon unter den gleichen Bedingungen nur Kalkspat. Dies verschiedene Verhalten kann nicht, wie dies von ADLER geschieht, auf die Dissoziation des kohlensauren Ammons zurückgeführt werden, da freie Kohlensäure die Bildung von Aragonit nicht hindert (Versuch 13) und freies Ammoniak sie sogar befördert (Versuch 28). Es bedarf noch weiterer Untersuchungen, ehe sich eine befriedigende Antwort auf diese Frage geben lässt.

II. Einwirkung des kohlensauren Kalkes auf die Lösungen von Schwermetallen.

Obgleich eine genaue Kenntnis der Einwirkung des kohlensauren Kalkes auf Salzlösungen für viele Fragen von grösster Bedeutung ist, sind eingehendere Untersuchungen darüber nur selten angestellt worden. Es handelt sich hier vor allem um geologische und mineralogische Probleme. So pflegt man, um nur ein Beispiel anzuführen, die Entstehung vieler Erzlagerstätten, besonders solcher, auf denen die Erze als Karbonate wie Eisenspat, Galmei u. s. w. vorkommen, auf eine derartige Einwirkung zurückzuführen.

Die Fragen, welche hier in Betracht kommen, sind wesentlich dreierlei Art:

1. Welche Metalle werden durch kohlensauren Kalk gefällt?
2. In welcher Form werden die Metalle gefällt?

---

[1] Siehe S. 7.

3. Wirken die verschiedenen Modifikationen des kohlensauren Kalkes auf die gleiche Lösung gleich oder verschieden?

Die bisher ausgeführten Arbeiten beschäftigen sich mit einer einzigen Ausnahme (Klement) nur mit der Beantwortung der beiden ersten Fragen.

Versuche, durch Einwirkung von kohlensaurem Kalk auf die Lösung eines Schwermetalls das Karbonat des letzteren darzustellen, wurden zuerst von Bequerel[1] angestellt. Da es ihm darauf ankam, möglichst grosse, gut ausgebildete Kristalle zu erhalten, die nach Form und Zusammensetzung gut bestimmt werden konnten, liess er Stücke Kalkstein oder Kreide Wochen oder Monate, ja selbst Jahre lang in der Lösung des betreffenden Metalls liegen. Es gelang ihm auf diese Weise aus Lösungen von Bleinitrat oder Chlorblei kohlensaures Blei in der Form des Cerussits zu bekommen; aus Kupfernitrat erhielt er Gerhardtit, basisch salpetersaures Kupfer, ebenso aus Kupfervitriol Brochantit, basisch schwefelsaures Kupfer. Nach Debray[2] entsteht bei der Einwirkung einer Lösung von Kupfernitrat auf Kreide im geschlossenen Gefäss zunächst doppeltkohlensaurer Kalk uud Gerhardtit, der schliesslich in Kupferlasur übergeht. Senarmont[3] konnte durch Erhitzen von Kalkstein mit Eisenchlorür, Manganchlorür oder Chlorzink auf 130—200° Eisenspat, Manganspat und Zinkspat darstellen. Durch längere Einwirkung einer Eisenchloridlösung auf Kalkstein bei 300° erhielt er Eisenoxyd. Nach Tschermak[4] fällt Kalkspat aus einer Lösung von Kupferchlorid das Kupfer als Malachit aus. Wendet man dagegen Kupferchlorür an, so erhält man Kupferoxydul als Pseudomorphose nach Kalkspat (Knop)[5]. Meunier[6] fand, dass Kalkspat aus der Lösung eines Eisensalzes Eisenhydroxyd ausfällt; aus der Lösung eines Mangansalzes entstand ein analoger Niederschlag nur bei Anwesenheit von etwas Eisen.

---

[1] C. Becquerel, Ueber die durch Berührung der festen und flüssigen Körper hervorgerufenen chemischen Wirkungen. J. f. pr. Ch. **56**, 471 (1852). — C. Becquerel, Ueber chemische Verbindungen, welche beim langsamen Aufeinanderwirken fester und flüssiger Körper entstehen. J. f. pr. Ch. **59**, 7 (1853).

[2] Brauns, Chemische Mineralogie S. 259.

[3] Brauns, Chemische Mineralogie S. 268 und 269.

[4] Brauns, Chemische Mineralogie S. 259 (Tschermak's mineral. Mitteilungen 1873, S. 41).

[5] Brauns, Chemische Mineralogie S. 260.

[6] Brauns, Chemische Mineralogie S. 260. Meunier, Compt. rend. **111**, 661 (1890).

Dass Kalkspat und Aragonit unter Umständen eine verschiedene Wirkung haben können, geht aus den Untersuchungen von KLEMENT[1] über die Dolomitbildung hervor. Dieser fand nämlich, dass Magnesiumsalze wohl durch Aragonit, nicht aber durch Kalkspat gefällt werden. Es sind dies auch die einzigen quantitativen Versuche, welche bisher angestellt worden sind.

A. Qualitative Versuche.

Ich stellte zunächst einmal durch einfache qualitative Versuche fest, welche Metalle durch kohlensauren Kalk überhaupt gefällt werden.

Es wurden gewöhnlich drei Parallelversuche gemacht, einer mit natürlichem Kalkspat, einer mit Aragonit und einer mit künstlich gefälltem kohlensaurem Kalk.

Der natürliche Kalkspat war isländischer Doppelspat, der fein zerrieben und gebeutelt wurde. Das Pulver besass im Mittel eine Korngrösse von 9—13 μ.

Als Aragonit wurden grosse klare, aber etwas gelblich gefärbte Kristalle von Bilin verwendet, die ebenfalls fein zerrieben und gebeutelt wurden. Die Korngrösse betrug im Mittel 5—13 μ.

Der künstlich gefällte kohlensaure Kalk war ein von E. MERCK in Darmstadt bezogenes Präparat. Er bestand aus klar und scharf ausgebildeten, fast gleichgrossen Rhomboedern von 10 μ Kantenlänge; dazwischen waren nur sehr wenige grössere bis zu 40 μ Kantenlänge vorhanden.

Die Versuche wurden derart ausgeführt, dass die abgewogene Menge Calciumkarbonat mit der Lösung des betreffenden Salzes geschüttelt oder gekocht wurde. Die angewandte Kalkmenge betrug meist um ein Viertel mehr als zur vollständigen Ausfüllung theoretisch erforderlich war.

Als Schüttelgefässe wurden starkwandige Glasröhren von 18 mm Durchmesser und 18 cm Länge benutzt, die mit gut passenden Kautschukstopfen verschlossen wurden. Diese Röhren besassen ein Fassungsvermögen von ungefähr 50 ccm. 8—10 solcher Röhren wurden in geeigneter Weise an einer Scheibe von Zinkblech befestigt, worauf diese durch eine Turbine in langsame Umdrehung versetzt wurde. Durch die hin und her gleitende Luftblase wurde der

[1] C. KLEMENT, Ueber die Bildung des Dolomits. TSCHERMAK's mineral. und petrogr. Mitteilungen N. F. **14**, 526 (1895).

kohlensaure Kalk in der Flüssigkeit ganz gleichmässig verteilt. Um bei konstanter Temperatur arbeiten zu können, wurde die ganze Vorrichtung in einen Thermostaten gesetzt.

Mangan.

Die Lösung enthielt 24 g $MnSO_4 + 5\ H_2O$ im Liter.

1. 0,5 g Kalkspat (isländ.) wurden mit 40 ccm Mangansulfatlösung anhaltend gekocht. Noch nach halbstündigem Kochen gab das Filtrat mit Schwefelammonium einen starken Niederschlag.

2. Der gleiche Versuch mit 0,5 g Aragonit hatte dasselbe Ergebnis.

3. 0,5 g Kalkspat (isländ.) wurden mit 40 ccm Mangansulfatlösung bei 15° geschüttelt. Nach 48 Stunden liess sich in der Lösung mit Schwefelammonium noch Mangan nachweisen.

3a. Der gleiche Versuch mit 0,5 g Kalkspat (Merck), sowie

4. mit 0,5 g Aragonit ausgeführt, hatte dasselbe Ergebniss.

Die Rückstände waren bei sämtlichen Versuchen manganhaltig.

Kalkspat und Aragonit zeigten somit in qualitativer Hinsicht das gleiche Verhalten. Durch beide wird Mangan aus seinen Lösungen zum Teil gefällt. Die Behauptung Meunier's[1], dass Mangan von kohlensaurem Kalk nur bei Gegenwart von Eisen niedergeschlagen werde, ist also nicht zutreffend.

Zink.

Die angewandte Lösung enthielt 29 g $ZnSO_4 + 7\ H_2O$ im Liter.

1. 0,5 g Kalkspat (isländ.) wurden mit 40 ccm Zinksulfatlösung anhaltend gekocht. Nach einer halben Stunde gab Schwefelammonium im Filtrate noch einen starken Niederschlag.

2. Der gleiche Versuch wurde mit 0,5 g Aragonit angestellt. Nach halbstündigem Kochen gab Schwefelammonium noch einen beträchtlichen Niederschlag, der aber doch wesentlich geringer als bei 1 war.

3. 0,5 g Kalkspat (isländ.) wurden mit 40 ccm Zinksulfatlösung bei 15° geschüttelt. Noch nach 48 Stunden gab Schwefelammonium einen starken Niederschlag.

---

[1] Siehe S. 32.

3a. Der gleiche Versuch mit 0,5 g Kalkspat (MERCK), sowie

4. mit 0,5 g Aragonit ausgeführt, ergab dasselbe Resultat.

Die Rückstände enthielten bei allen Versuchen Zink.

Zink wird demnach aus seinen Lösungen, ebenso wie Mangan, nur teilweise gefällt und zwar durch Aragonit anscheinend etwas leichter als durch Kalkspat, jedoch ist der Unterschied nicht sehr gross.

Kobalt.

Die Lösung enthielt 29 g $Co(NO_3)_2 + 6\ H_2O$ im Liter.

1. 0,5 g Kalkspat (isländ.) wurden mit 40 ccm Kobaltnitratlösung versetzt und anhaltend gekocht. Der kohlensaure Kalk blieb während einiger Minuten ganz unverändert; erst nach etwa 10 Minuten langem Kochen begann er sich allmählich hellblau zu färben. Die Lösung war auch nach halbstündigem Kochen noch rosa gefärbt.

2. Der gleiche Versuch wurde mit 0,5 g Aragonit ausgeführt. Sobald die Lösung zu kochen anfing, entstand ein lilafarbener Niederschlag, der bei weiterem Erhitzen noch dunkler wurde. Die Lösung war nach einer halben Stunde noch rosa gefärbt.

3. 0,5 g Kalkspat wurden mit 10 ccm Kobaltnitratlösung und 30 ccm Wasser versetzt und anhaltend gekocht. Nach einer halben Stunde gab Schwefelammonium im Filtrate einen starken, nach einer Stunde immer noch einen geringen Niederschlag.

4. Derselbe Versuch wurde mit 0,5 g Aragonit ausgeführt. Nach halbstündigem Kochen gab Schwefelammonium keine Reaktion mehr.

5. 0,5 g Kalkspat (isländ.) wurden bei 15° mit 40 ccm Kobaltnitratlösung geschüttelt. Die Lösung war auch nach 72 Stunden noch rosa gefärbt. Der kohlensaure Kalk erschien äusserlich unverändert, enthielt aber trotzdem eine geringe Menge Kobalt.

5a. Der gleiche Versuch mit 0,5 g Kalkspat (MERCK) hatte dasselbe Ergebnis.

6. 0,5 g Aragonit ebenso behandelt, waren schon nach 24 Stunden helllila; das Filtrat war jedoch auch nach 72 Stunden noch rosa gefärbt.

Nach diesen Versuchen zeigen Kalkspat und Aragonit Lösungen von Kobaltnitrat gegenüber ein so verschiedenes Verhalten, dass es mit Hilfe dieser Reaktion leicht ist, sie von einander zu unterscheiden. Man hat nur nötig, die feinzerriebene Substanz mit einer nicht zu

konzentrierten Lösung von Kobaltnitrat einige Minuten lang zu kochen; färbt sie sich hierbei lila, so bestand jene aus Aragonit, bleibt sie unverändert oder färbt sie sich hellblau, so war jene Kalkspat. Der Unterschied in der Färbung ist schon ohne weiteres in der Lösung zu sehen, wird aber beim Abfiltrieren und Auswaschen noch deutlicher. Zweckmässig ist es, so viel Kobaltnitrat anzuwenden, dass die Lösung auch nach dem Kochen noch rot gefärbt ist. Die Konzentration kann im übrigen in sehr weiten Grenzen schwanken.

Ktypeit und Conchit verhalten sich wie Aragonit.

Ich habe die Reaktion auf einige natürliche Vorkommnisse von kohlensaurem Kalk angewandt und dabei folgende Resultate erhalten:

Es gaben die Reaktion auf Aragonit:

Aragonit, Bilin (Böhmen).
Aragonit, Sasbach (Kaiserstuhl).
Sprudelstein, Karlsbad.

Es gaben die Reaktion nicht und bestanden demnach aus Kalkspat:

Doppelspat, Island.
Schreibkreide.
Bergmilch, Kamor (Appenzell).
Travertin, Tivoli b. Rom.
Dornstein, Salzuflen (Westfalen).
Oligocäner Kalkstein, Doberg b. Bünde (Westfalen).
Korallenkalk, Istein (Baden).
Korallenkalk, Lauterbrunnen (Schweiz).
Hauptrogenstein, Liel (Baden).
Jaumontoolith, Gravelotte.

Ueber das Verhalten des von Organismen abgesonderten kohlensauren Kalkes s. S. 51 u. f.

Die gleiche Reaktion wie Aragonit geben auch gefälltes Baryum- und Strontiumkarbonat, sowie Witherit und Strontianit. Ebenso giebt auch künstlich gefälltes (basisches) Magnesiumkarbonat denselben Niederschlag; natürlicher Magnesit ist nach halbstündigem Kochen mit Kobaltnitratlösung ganz schwach blau gefärbt, bedeutend heller als Kalkspat, ebenso verhält sich Dolomit. Gefällter dreibasisch phosphorsaurer Kalk giebt einen blauen Niederschlag mit einem Stich ins Rote. Gefälltes Fluorcalcium färbt sich ganz schwach rosa, während natürlicher Phosphorit, Apatit und Flusspat auch nach langem Kochen überhaupt keine Reaktion geben.

Nickel.

Die Lösung enthielt 28 g $NiSO_4 + 7\ H_2O$ im Liter.

1. 0,5 g Kalkspat (isländ.) wurden mit 40 ccm Nickelsulfatlösung anhaltend gekocht. Das Filtrat war auch nach halbstündigem Kochen noch grün gefärbt.

2. Der gleiche Versuch wurde mit 0,5 g Aragonit ausgeführt. Das Filtrat war nach einer halben Stunde noch grün, jedoch viel heller als bei 1; der Niederschlag war dagegen wesentlich dunkler gefärbt.

3. 0,5 g Kalkspat (isländ.) wurden bei 15° mit 40 ccm Nickelsulfatlösung geschüttelt. Die Lösung war auch nach 48 Stunden noch grün gefärbt.

3a. Der gleiche Versuch mit 0,5 g Kalkspat (MERCK), sowie

4. mit 0,5 g Aragonit ausgeführt, hatte dasselbe Ergebnis.

Die Rückstände waren bei allen drei Versuchen nickelhaltig, obwohl sie kaum gefärbt erschienen.

Auch hier zeigte sich also ein, wenn auch nicht so deutlicher, Unterschied im Verhalten von Aragonit und Kalkspat wie beim Kobalt.

Eisen.

a) Eisenchlorid.

Die Lösung enthielt 14 g $FeCl_3 + 6\ H_2O$ im Liter.

1. 0,5 g Kalkspat (isländ.) wurden mit 40 ccm Eisenchloridlösung versetzt. Sofort entstand unter starker Kohlensäureentwicklung ein starker brauner Niederschlag von Eisenhydroxyd. Nach fünf Minuten langem Kochen war im Filtrat mit Ferrocyankalium kein Eisen mehr nachzuweisen.

2. Derselbe Versuch mit 0,5 g Aragonit führte zu demselben Resultat.

3. 0,5 g Kalkspat (isländ.) wurden mit 40 ccm Eisenchloridlösung bei 15° versetzt. Es fiel sofort unter Entwicklung von Kohlensäure Eisenhydroxyd aus. Nach zwei Minuten langem tüchtigem Durchschütteln liess sich im Filtrat kein Eisen mehr nachweisen.

3a. Der gleiche Versuch mit 0,5 g Kalkspat (MERCK), sowie

4. mit 0,5 g Aragonit ausgeführt, hatte dasselbe Ergebnis.

Dreiwertiges Eisen wird demnach sowohl durch Kalkspat wie durch Aragonit aus seinen Lösungen schnell und vollständig gefällt.

b) Eisenvitriol.

Die Lösung enthielt 28 g $FeSO_4 + 7\ H_2O$ im Liter.

1. 0,5 g Kalkspat (isländ.) wurden mit 40 ccm Eisenvitriollösung anhaltend gekocht, wobei das Kochfläschchen mit einem Bunsen'schen Ventil verschlossen war. Soweit das Eisen bereits oxydiert war, fiel es schon in der Kälte aus; beim Kochen bildete sich ein grauschwarzer Niederschlag. Das Filtrat gab auch nach einer halben Stunde noch mit Ferricyankalium einen starken Niederschlag.

2. Der gleiche Versuch mit 0,5 g Aragonit ausgeführt, hatte dasselbe Ergebnis, nur war der Niederschlag mehr grünschwarz gefärbt.

3. 0,5 g Kalkspat (isländ.) wurden bei 15° mit 40 ccm Eisenvitriollösung geschüttelt. Es entstand sogleich ein geringer gelber Niederschlag von Eisenhydroxyd, der seine Entstehung einer teilweisen Oxydation der Lösung verdankte. Auch nach 72stündigem Schütteln gab das Filtrat noch immer mit Ferricyankalium einen Niederschlag.

3a. Derselbe Versuch mit 0,5 g Kalkspat (Merck) ausgeführt, führte zu dem gleichen Resultat.

4. Der gleiche Versuch wurde ferner mit 0,5 g Aragonit wiederholt. Es bildete sich schon nach sehr kurzer Zeit ein tiefdunkelgrüner Niederschlag, der sich dann nicht weiter veränderte. Im Filtrat war noch nach 72 Stunden mit Ferricyankalium Eisen nachzuweisen.

Eisenoxydulsalzen gegenüber verhalten sich mithin Aragonit und Kalkspat in so hohem Grade verschieden, dass sich diese Reaktion ebenso gut wie die mit Kobaltnitratlösung zur Unterscheidung der beiden Formen des kohlensauren Kalkes eignet. Die Reaktion wird zweckmässig so ausgeführt, dass man in einem Reagenzglase die feingepulverte Substanz mit einer möglichst oxydfreien, neutralen Lösung von Eisenvitriol oder Mohr'schem Salz übergiesst und einfach in der Kälte stehen lässt. Ueber Aragonit bildet sich dann in sehr kurzer Zeit ein Niederschlag von grüner Farbe, deren Tiefe mit der Zeit immer mehr zunimmt. Ueber Kalkspat bildet sich in dem Masse, als die Lösung durch den Luftsauerstoff oxydiert wird, allmählich ein hellgelber Niederschlag von Eisenhydroxyd. Schütteln ist unnötig und nicht einmal ratsam, da dadurch nur die Oxydation der Lösung begünstigt wird. Die gleiche Fällung wie Aragonit

geben auch Baryum- und Strontium-, sowie gefälltes (basisches) Magnesiumkarbonat, nicht aber gefälltes dreibasisches Calicumphosphat. Dolomit verhält sich wie Kalkspat.

Kupfer.

a) Kupfersulfat.

Die Lösung enthielt 25 g $CuSO_4 + 5\ H_2O$ im Liter.

1. 0,5 g Kalkspat (MERCK) wurden mit 40 ccm Kupfervitriollösung versetzt und andauernd gekocht. Unter starker Kohlensäureentwicklung bildete sich ein blaugrüner Niederschlag. Eine nach fünf Minuten genommene Probe gab mit Ferrocyankalium eine schwache Reaktion. Nach 10 Minuten liess sich kein Kupfer mehr nachweisen.

2. 0,5 g Aragonit wurden ebenfalls mit 40 ccm Kupfersulfatlösung gekocht. Der entstehende Niederschlag hatte das gleiche Aussehen wie bei 1. Eine nach fünf Minuten genommene Probe gab mit Ferrocyankalium einen beträchtlichen Niederschlag. Nach 10 Minuten trat nur noch eine schwache Reaktion ein, und nach einer Viertelstunde war die Fällung vollständig.

3. 0,5 g Kalkspat (isländ.) wurden mit 40 ccm Kupfersulfatlösung bei 15° geschüttelt. Nach sechs Stunden trat mit Ammoniak noch ziemlich starke Blaufärbung ein. Der Versuch konnte nicht fortgesetzt werden, da infolge von Kohlensäureentwicklung der Stopfen herausgetrieben wurde.

3a. Ein mit 0,5 g Kalkspat (MERCK) ausgeführter Versuch ergab dasselbe Resultat und konnte aus dem gleichen Grunde nicht fortgesetzt werden.

4. Derselbe Versuch wurde mit 0,5 g Aragonit angestellt. Nach sechs Stunden gab eine abfiltrierte Probe mit Ammoniak eine starke Blaufärbung, die sehr viel intensiver war als bei den beiden vorigen Versuchen. Auch nach 24 Stunden trat noch immer eine ziemlich starke Reaktion ein.

5. 1 g Kalkspat (isländ.) wurde bei 15° mit 40 ccm Kupfervitriollösung geschüttelt. Nach 24 Stunden trat mit Ammoniak keine Reaktion mehr ein; Ferrocyankalium gab noch einen geringen Niederschlag. Nach 48 Stunden war kein Kupfer mehr nachzuweisen. Der Niederschlag besass eine graugrüne Farbe und war sehr voluminös.

6. Der gleiche Versuch wurde mit 1 g Aragonit wiederholt. Nach 24 Stunden gab eine Probe mit Ammoniak eine starke Blau-

färbung. Der Niederschlag sah mehr blaugrün aus. Nach 48 Stunden trat mit Ferrocyankalium nur noch eine schwache Braunfärbung ein. Das Aussehen des Niederschlags war jetzt fast das gleiche wie bei dem vorhergehenden Versuch, nur war er weniger voluminös.

b) Kupfernitrat.

Die Lösung enthielt 29,5 g $Cu(NO_3)_2 + 6\ H_2O$ im Liter.

1. 0,5 g Kalkspat (Merck) wurden mit 40 ccm Kupfernitratlösung anhaltend gekocht. Unter starker Kohlensäureentwicklung bildete sich ein blaugrüner Niederschlag. Nach fünf Minuten liess sich im Filtrat kein Kupfer mehr nachweisen.

2. Der gleiche Versuch mit 0,5 g Aragonit hatte dasselbe Ergebnis.

3. 0,5 g Kalkspat (isländ.) wurden bei 15° mit 40 ccm Kupfernitratlösung geschüttelt. Nach 24 Stunden gab Ammoniak eine schwache Blaufärbung, Ferrocyankalium einen geringen Niederschlag. Nach 48 Stunden war kein Kupfer mehr nachzuweisen.

3a. Bei dem gleichen mit 0,5 g Kalkspat (Merck) ausgeführten Versuch war die Fällung bereits nach 24 Stunden vollständig.

4. Derselbe Versuch wurde mit 0,5 g Aragonit wiederholt. Nach 24 Stunden gab Ammoniak noch eine starke Blaufärbung. Nach 48 Stunden liess sich kein Kupfer mehr nachweisen.

Kupfer wird somit aus seinen Lösungen sowohl durch Kalkspat wie durch Aragonit vollständig gefällt und zwar im Gegensatz zu den bisher behandelten Metallen durch Kalkspat schneller als durch Aragonit. Ein wesentlicher Unterschied im Verhalten des Sulfats und Nitrats war nicht zu bemerken.

Blei.

Die Lösung enthielt 33 g $Pb(NO_3)_2$ im Liter.

1. 0,5 g Kalkspat (Merck) wurden mit 40 ccm Bleinitratlösung anhaltend gekocht. Nach 10 Minuten liess sich mit Schwefelwasserstoff kein Blei mehr nachweisen.

2. Bei dem gleichen Versuche mit 0,5 g Aragonit gab Schwefelwasserstoff auch nach halbstündigem Kochen noch einen Niederschlag von Schwefelblei.

3. 0,5 g Kalkspat (isländ.) wurden bei 15° mit 40 ccm Bleinitratlösung geschüttelt. Nach sechs Stunden trat mit Schwefelwasserstoff noch eine geringe Bräunung ein, nach 24 Stunden war die Fällung vollständig.

3a. Der gleiche Versuch mit 0,5 g Kalkspat (MERCK) führte zu demselben Ergebnis.

4. Derselbe Versuch wurde mit 0,5 g Aragonit wiederholt. Nach 24 Stunden gab Schwefelwasserstoff noch einen Niederschlag; selbst nach 72 Stunden trat noch immer eine Braunfärbung ein.

Durch Kalkspat wird Blei aus seinen Lösungen vollständig gefällt. Durch Aragonit ist die Fällung bei genügend langer Dauer wahrscheinlich auch vollständig, geht aber sehr viel langsamer vor sich als mit Kalkspat. Der Unterschied in dieser Hinsicht ist beim Blei noch bedeutend grösser als beim Kupfer.

Silber.

Die Lösung enthielt 17 g $AgNO_3$ im Liter.

1. 0,5 g Kalkspat (isländ.) wurden mit 40 ccm Silbernitratlösung zum Kochen erhitzt. Es entstand sofort ein gelber Niederschlag von kohlensaurem Silber; das Filtrat gab aber noch nach einer halben Stunde mit Salzsäure einen starken Niederschlag.

2. Derselbe Versuch mit 0,5 g Aragonit führte zu dem gleichen Ergebnis.

3. 0,5 g Kalkspat (isländ.) wurden mit 40 ccm Silbernitratlösung bei 15° geschüttelt. Es bildete sich sofort ein gelber Niederschlag von kohlensaurem Silber. Die Lösung gab noch nach 48 Stunden einen starken Niederschlag von Chlorsilber.

3a. Der gleiche Versuch mit 0,5 g Kalkspat (MERCK), sowie mit

4. 0,5 g Aragonit ausgeführt, ergab dasselbe Resultat.

Silber wird demnach aus seinen Lösungen durch kohlensauren Kalk nur sehr unvollständig gefällt. Ein Unterschied zwischen Aragonit und Kalkspat war nicht zu bemerken.

Fassen wir die Resultate der vorstehenden Versuche noch einmal kurz zusammen, so kommen wir zunächst zu dem Ergebnis, dass Aragonit und Kalkspat den Lösungen der Schwermetalle gegenüber im allgemeinen ein verschiedenes Verhalten zeigen, und zwar ist es sehr bemerkenswert, dass der Unterschied beider nicht bei allen Metallen den gleichen Sinn hat: während Zink, Kobalt, Nickel und zweiwertiges Eisen durch Aragonit leichter gefällt werden als durch Kalkspat, verhält es sich bei Kupfer und Blei umgekehrt. Im allgemeinen kann man sagen, dass ein Metall durch kohlensauren Kalk um so schneller und vollständiger niedergeschlagen wird, je stärker die Lösung seiner Salze hydrolytisch gespalten ist.

B. Quantitative Versuche.

Quantitative Versuche über die Fällung von Schwermetallen durch kohlensauren Kalk wurden von mir vorläufig nur mit Lösungen von Mangansulfat angestellt. Das Mangan wurde nach der Methode von Volhard durch Titration mit Kaliumpermanganat bestimmt. Diese Methode gab bei den hauptsächlich angewandten ungefähr 1/5 normalen Lösungen bis auf $^1/_2$ % des vorhandenen Mangans genaue Resultate. Bei den verdünnteren Lösungen war die Genauigkeit wesentlich geringer.

Der verwendete Aragonit war derselbe, der auch zu den qualitativen Versuchen benutzt wurde.

An Stelle von Kalkspat wurde von E. Merck in Darmstadt bezogener, gefällter kohlensaurer Kalk genommen. Das Präparat bestand hauptsächlich aus rundlichen Körnern und undeutlichen Rhomboedern von durchschnittlich 0,5—1 μ Durchmesser; dazwischen fanden sich einzelne grössere, gut ausgebildete Rhomboeder bis zu 10 μ Kantenlänge. Da dieses Präparat der Modifikation des Kalkspats entsprach, werde ich es der Kürze halber im folgenden einfach als Kalkspat bezeichnen. Der besseren Uebersicht wegen gebe ich die erhaltenen Resultate in Tabellenform.

1. Einwirkung von Kalkspat.

Nr. des Versuchs	Normalität der Manganlösung	Auf 1 Aequ. Mangan zugesetzte Aequ. $CaCO_3$	Dauer des Versuchs in Stunden	Temperatur	Gefällte Menge Mangan in Prozenten
1.	0,24	50	72	25°	1,0
2.	0,24	50	120	25°	1,2
3.	0,24	50	192	25°	1,4
4.	0,24	50	24	50°	1,8
5.	0,22	100	72	17°	2,0
5a.	0,22	100	72	21°	3,8
6.	0,22	100	168	21°	2,9
7.	0,22	100	8	90°	8,6
8.	0,22	200	72	21°	5,0
9.	0,22	200	168	21°	6,3
10.	0,22	200	8	90°	13,8
11.	0,045	50	72	17°	2,4
12.	0,045	50	168	17°	1,9
13.	0,045	100	72	17°	2,9
14.	0,045	100	168	17°	2,9
15.	0,045	200	72	17°	6,8
15a.	0,045	200	72	21°	4,9
16.	0,045	200	168	17°	5,8

Die Versuche wurden derart ausgeführt, dass je 40 ccm der Lösung mit der abgewogenen Menge Kalkspat mittels der schon früher erwähnten Vorrichtung ständig geschüttelt wurden.

Da der kohlensaure Kalk nicht immer vollkommen die gleiche Beschaffenheit hat, auch das Schütteln bei verschiedenen Versuchen nicht immer in der gleichen Weise erfolgt, so darf man natürlich nicht erwarten, dass man bei gleichen Versuchen auch immer genau die gleichen Resultate erhält. Immerhin ist die Uebereinstimmung doch so gross, dass sich folgende Gesetzmässigkeiten erkennen lassen.

Die Menge des gefällten Mangans hängt in hohem Grade von der Menge des angewandten kohlensauren Kalkes ab; sie nimmt ferner mit der Dauer der Einwirkung zu. Ebenso hat eine höhere Temperatur einen sehr beschleunigenden Einfluss. Stärkere Verdünnung hat dagegen keine wesentliche Bedeutung.

2. Einwirkung von Aragonit.

Nr. des Versuchs	Normalität der Manganlösung	Auf 1 Aequ. Mangan zugesetzte Aequ. $CaCO_3$	Dauer des Versuchs in Stunden	Temperatur	Gefällte Menge Mangan in Prozenten
17.	0,22	50	24	17°	50,6
18.	0,22	50	72	17°	96,5
19.	0,22	50	168	21°	99,4
20.	0,22	100	0,1	17°	3,9
20a.	0,22	100	0,1	17°	4,2
21.	0,22	100	24	17°	88,7
22.	0,22	100	72	17°	98,5
23.	0,22	100	168	21°	94,4
24.	0,24	100	24	50°	97,6
25.	0,24	100	48	50°	99,1
26.	0,24	100	96	50°	98,6
27.	0,22	100	8	90°	99,8
28.	0,22	200	24	17°	93,9
29.	0,22	200	72	17°	99,1
30.	0,045	50	24	17°	44,8
31.	0,045	50	72	17°	57,3
32.	0,045	100	24	17°	44,8
33.	0,045	100	72	17°	70,2
34.	0,045	100	168	17°	98,8
35.	0,071	150	0,1	17°	5,8
35a.	0,071	150	0,1	17°	5,3
36.	0,045	200	24	17°	57,0
37.	0,045	200	72	17°	78,8
38.	0,045	200	168	17°	90,0
39.	0,060	100	72	11°	99,6

Für die Einwirkung von Aragonit gilt im wesentlichen das gleiche wie für Kalkspat. Der Gleichgewichtszustand ist anscheinend

erreicht, wenn etwa 99,5 % des Mangans gefällt und die Normalität der Mangansulfatlösung ungefähr 0,001 geworden ist. Bei verdünnteren Lösungen geht die Fällung langsamer vor sich als bei konzentrierteren.

3. Vergleichung der Wirkung von Kalkspat und Aragonit.

Nr. des Versuchs	Normalität der Manganlösung	Auf 1 Aequ. Mangan zugesetzte Aequ. $CaCO_3$	Dauer des Versuchs in Stunden	Temperatur	Gefällte Menge Mangan in Prozenten	
1.	0,24	50	72	25°	1,0	Kalkspat
18.	0,22	50	72	17°	96,5	Aragonit
5.	0,22	100	72	17°	2,0	Kalkspat
5a.	0,22	100	72	21°	3,8	Kalkspat
22.	0,22	100	72	17°	98,5	Aragonit
7.	0,22	100	8	90°	8,6	Kalkspat
27.	0,22	100	8	90°	99,8	Aragonit
8.	0,22	200	72	17°	5,0	Kalkspat
29.	0,22	200	72	17°	99,1	Aragonit
11.	0,045	50	72	17°	2,4	Kalkspat
31.	0,045	50	72	17°	57,3	Aragonit
13.	0,045	100	72	17°	2,9	Kalkspat
33.	0,045	100	72	17°	70,2	Aragonit
15.	0,045	200	72	17°	6,8	Kalkspat
15a.	0,045	200	72	21°	4,9	Kalkspat
37.	0,045	200	72	17°	78,8	Aragonit

4. Einwirkung von Kalkspat beim Durchleiten von Luft.

Nr. des Versuchs	Normalität der Manganlösung	Auf 1 Aequ. Mangan zugesetzte Aequ. $CaCO_3$	Dauer des Versuchs in Stunden	Temperatur	Gefällte Menge Mangan in Prozenten
40.	0,25	0	8	15°	— 0,2
41.	0,22	0	48	15°	— 0,8
42.	0,25	100	8	15°	0,2
43.	0,025	40	8	15°	— 0,1
44.	0,025	200	8	15°	0,1

Durch diese Versuche sollte festgestellt werden, welchen Einfluss ein längere Zeit fortgesetztes Durchleiten von Luft auf die Fällung des Mangans durch Kalkspat hat. Um zunächst einmal zu sehen, wie gross hierbei der durch Verdunstung veranlasste Fehler ist, wurde bei den beiden ersten Versuchen die Luft längere Zeit durch die reine Mangansulfatlösung geleitet. Damit dieser Fehler möglichst klein werde, wurde die aus einem grossen Gasbehälter

entnommene, schon feuchte Luft noch durch eine Waschflasche mit Wasser geleitet. Wie man sieht, ist so die Verdunstung auch bei 48-stündiger Versuchsdauer nur sehr gering und kann bei 8-stündiger Dauer als innerhalb der Fehlergrenzen liegend ganz vernachlässigt werden. Die Lösung befand sich in den gleichen Röhren wie bei den übrigen Versuchen, so dass die Luft eine etwa 15 cm hohe Flüssigkeitssäule zu überwinden hatte.

Ein Einfluss des Luftdurchleitens auf die Fällung ist nicht zu bemerken.

5. Einwirkung von Aragonit beim Durchleiten von Luft.

Nr des Versuchs	Normalität der Manganlösung	Auf 1 Aequ. Mangan zugesetzte Aequ. $CaCO_3$	Dauer des Versuchs in Stunden	Temperatur	Gefällte Menge Mangan in Prozenten
45.	0,22	50	8	15°	13,6
46.	0,22	100	8	15°	19,4
46a.	0,24	100	8	15°	18,7
47.	0,22	100	24	15°	27,2
48.	0,22	100	48	15°	33,6

Auch auf die Fällung des Mangans durch Aragonit hat das Durchleiten von Luft keinen bemerkbaren Einfluss. Dass bei Versuch 47 soviel weniger Mangan gefällt wurde als bei dem im übrigen mit ihm ohne weiteres vergleichbaren Versuch 21, kommt wohl daher, dass durch die aufsteigenden Luftblasen der Aragonit nicht so gut in der Flüssigkeit verteilt wird wie durch Schütteln.

6. Einwirkung von Kalkspat beim Durchleiten von Kohlensäure.

Nr. des Versuchs	Normalität der Manganlösung	Auf 1 Aequ. Mangan zugesetzte Aequ. $CaCO_3$	Dauer des Versuchs in Stunden	Temperatur	Gefällte Menge Mangan in Prozenten
49.	0,25	50	1	15°	0,0
50.	0,25	100	8	15°	1,7
51.	0,24	100	24	15°	3,3
52.	0,025	40	8	15°	0,8

Durchleiten von Kohlensäure beschleunigt demnach die Fällung des Mangans durch Kalkspat bedeutend.

7. Einwirkung von Aragonit beim Durchleiten von Kohlensäure.

Nr. des Versuchs	Normalität der Manganlösung	Auf 1 Aequ. Mangan zugesetzte Aequ. $CaCO_3$	Dauer des Versuchs in Stunden	Temperatur	Gefällte Menge Mangan in Prozenten
53.	0,22	100	8	15°	26,7
54.	0,24	100	24	15°	83,9
55.	0,24	200	8	15°	49,0
56.	0,071	150	8	15°	22,0
57.	0,071	150	48	15°	65,0

Wie ein Vergleich mit Tabelle 5 zeigt, wird auch die Fällung des Mangans durch Aragonit beim Durchleiten von Kohlensäure sehr befördert.

8. Einwirkung von Kalkspat bei Gegenwart von Eisen.

Nr. des Versuchs	Normalität der Manganlösung	Auf 1 Aequ. Mangan zugesetzte Aequ. $CaCO_3$	Auf 1 Aequ. Mangan zugesetzte Aequ. Eisen	Dauer des Versuchs in Stunden	Temperatur	Gefällte Menge Mangan in Prozenten
58.	0,24	50	0,06	24	25°	1,3
59.	0,24	50	0,06	48	25°	1,3
59a.	0,24	50	0,06	48	25°	1,4
60.	0,18	100	0,71	0,1	15°	1,1
60a.	0,18	100	0,71	0,1	15°	1,2

Da nach Meunier[1] Mangan bei Gegenwart von Eisen durch kohlensauren Kalk vollständig gefällt werden soll, so wurde bei diesen und den folgenden Versuchen der Mangansulfatlösung eine gemessene Menge einer Lösung von Eisenammoniakalaun zugesetzt.

Aus den Versuchen geht hervor, dass durch Eisen allerdings die Fällung begünstigt wird. Der Einfluss des Eisens scheint sich aber nur ganz am Anfang geltend zu machen und ist selbst bei verhältnismässig grossen Eisenmengen nicht sehr bedeutend.

9. Einwirkung von Aragonit bei Gegenwart von Eisen.

Nr. des Versuchs	Normalität der Manganlösung	Auf 1 Aequ. Mangan zugesetzte Aequ. $CaCO_3$	Auf 1 Aequ. Mangan zugesetzte Aequ. Eisen	Dauer des Versuchs in Stunden	Temperatur	Gefällte Menge Mangan in Prozenten
61.	0,18	100	0,71	0,1	15°	2,1
61a.	0,18	100	0,71	0,1	15°	2,8
62.	0,064	150	0,14*	0,1	15°	3,1
63.	0,064	150	0,29*	0,1	15°	3,3
64.	0,064	150	0,89	0,1	15°	4,9
64a.	0,064	150	0,89	0,1	15°	4,7
65.	0,064	150	0,95*	0,1	15°	3,1

Bei den mit einem Stern versehenen Versuchen wurde das Eisen in Form einer einfachen Ferrisulfatlösung zugesetzt.

[1] Siehe S. 32.

Wie ein Vergleich mit den entsprechenden Versuchen der Tabelle 2 (20, 20a, 35, 35a) ergiebt, hat die Gegenwart von Eisen auf die Fällung des Mangans durch Aragonit eher einen ungünstigen Einfluss.

10. Einwirkung von Kalkspat bei Gegenwart von Eisen und Durchleiten von Luft.

Da die Wirkung des Eisens auf die Fällung des Mangans möglicherweise eine Oxydationswirkung sein konnte, so wurde bei den folgenden Versuchen in der oben beschriebenen Weise Luft durchgeleitet.

Nr. des Versuchs	Normalität der Manganlösung	Auf 1 Aequ. Mangan zugesetzte Aequ. $CaCO_3$	Auf 1 Aequ. Mangan zugesetzte Aequ. Eisen	Dauer des Versuchs in Stunden	Temperatur	Gefällte Menge Mangan in Prozenten
66.	0,23	50	0,13	8	15°	0,9
67.	0,22	50	0,26	8	15°	1,7
68.	0,20	50	0,64	8	15°	5,3
69.	0,23	100	0,13	8	15°	1,5
70.	0,23	100	0,13	24	15°	2,1
71.	0,23	100	0,13	72	15°	2,6
72.	0,22	100	0,26	8	15°	2,0
73.	0,20	100	0,64	8	15°	6,6
74.	0,20	100	0,64	24	15°	7,1
75.	0,23	200	0,13	8	15°	2,7
76.	0,22	200	0,23	8	15°	3,8
77.	0,16	200	1,25	8	15°	10,3
78.	0,024	40	0,51	8	15°	3,6
79.	0,023	100	2,53	8	15°	10,4
80.	0,024	200	0,51	8	15°	4,3
81.	0,023	200	2,53	8	15°	12,8
82.	0,023	400	2,53	8	15°	13,8

Aus den Versuchen geht hervor, dass bei Anwesenheit von Eisen die durch Kalkspat beim Durchleiten von Luft gefällte Menge Mangan mit der Menge des zugesetzten Eisens zunimmt. Da die gefällten Mengen beträchtlich grösser sind als bei Abwesenheit von Luft (Tabelle 8), so kann man den Einfluss des Eisens vielleicht auf eine Uebertragung des Luftsauerstoffs zurückführen. Dem widerspricht allerdings der Umstand, dass eine längere Versuchsdauer nicht von wesentlichem Einfluss ist, man müsste denn annehmen, dass das Eisen seine Uebertragungsfähigkeit bald verliert.

11. Einwirkung von Aragonit bei Gegenwart von Eisen und Durchleiten von Luft.

Nr. des Versuchs	Normalität der Manganlösung	Auf 1 Aequ. Mangan zugesetzte Aequ. $CaCO_3$	Auf 1 Aequ. Mangan zugesetzte Aequ. Eisen	Dauer des Versuchs in Stunden	Temperatur	Gefällte Menge Mangan in Prozenten
83.	0,21	50	0,14	8	15°	6,2
84.	0,23	100	0,13	8	15°	8,0
84a.	0,23	100	0,13	8	15°	8,6
85.	0,18	100	0,71	8	15°	17,0
86.	0,064	150	0,14*	8	15°	25,0
87.	0,064	150	0,29*	8	15°	16,1
88.	0,064	150	0,89	8	15°	13,8
89.	0,064	150	0,95*	8	15°	13,6

Auch aus diesen Versuchen geht hervor, dass Eisen auf die Fällung des Mangans durch Aragonit ungünstig einwirkt; je mehr Eisen zugesetzt wird, um so weniger Mangan wird gefällt. Die Ausnahme des Versuchs 85 vermag ich nicht zu erklären, vielleicht ist der Einfluss des Eisens je nach der Konzentration verschieden.

12. Einwirkung von Kalkspat bei Gegenwart von Eisen und Durchleiten von Luft.

Nr. des Versuchs	Normalität der Manganlösung	Auf 1 Aequ. Mangan zugesetzte Aequ. $CaCO_3$	Auf 1 Aequ. Mangan zugesetzte Aequ. Eisen	Dauer des Versuchs in Stunden	Temperatur	Gefällte Menge Mangan in Prozenten
90.	0,18	100	0,71	8	15°	3,4
91.	0,024	40	0,51	8	15°	1,8
92.	0,023	200	2,53	8	15°	7,8

Vergleicht man die erhaltenen Resultate mit den entsprechenden Versuchen der Tabellen 6 (50 und 52) und 10 (73, 78 und 81), so sieht man, dass Eisen auch beim Durchleiten von Kohlensäure die Fällung des Mangans durch Kalkspat befördert, jedoch ist in diesem Fall sein Einfluss bei weitem nicht so gross wie beim Durchleiten von Luft.

13. Einwirkung von Aragonit bei Gegenwart von Eisen und Durchleiten von Kohlensäure.

Nr. des Versuchs	Normalität der Manganlösung	Auf 1 Aequ. Mangan zugesetzte Aequ. $CaCO_3$	Auf 1 Aequ. Mangan zugesetzte Aequ. Eisen	Dauer des Versuchs in Stunden	Temperatur	Gefällte Menge Mangan in Prozenten
93.	0,23	100	0,13	8	15°	12,6
94.	0,18	100	0,71	8	15°	19,8
95.	0,064	150	0,95*	8	15°	8,0

Ein Vergleich dieser Zahlen mit den entsprechenden Versuchen der Tabelle 7 (53 und 56) zeigt, dass Eisen die Fällung des Mangans durch Aragonit auch beim Durchleiten von Kohlensäure ungünstig beeinflusst, und zwar thun dies geringe Eisenmengen anscheinend in höherem Grade als grössere. Gegenüber den entsprechenden Versuchen mit Luft (Tabelle 11, Nr. 84, 85 und 89) wird aus konzentrierteren Lösungen durch Kohlensäure mehr, bei verdünnteren weniger Mangan gefällt als beim Durchleiten von Luft.

Kurz zusammengefasst sind die wesentlichsten Ergebnisse der vorstehenden Versuche folgende:

1. Unter gleichen Bedingungen wird durch Aragonit bedeutend mehr Mangan gefällt als durch Kalkspat.

2. Die Menge des gefällten Mangans nimmt mit der Menge des angewandten kohlensauren Kalkes zu.

3. Höhere Temperatur beschleunigt die Fällung.

4. Durchleiten von Luft hat keinen wesentlichen Einfluss.

5. Durchleiten von Kohlensäure befördert die Fällung.

6. Bei Gegenwart von Eisen wird durch Kalkspat mehr, durch Aragonit weniger Mangan gefällt als aus reinen Lösungen, sowohl beim einfachen Schütteln, wie beim Durchleiten von Luft oder Kohlensäure.

III. Bildung und Vorkommen des kohlensauren Kalkes in der organischen Natur.

Der kohlensaure Kalk spielt auch in der organischen Welt eine sehr wichtige Rolle. Verdankt er doch seine ursprüngliche Entstehung sicher zum grössten Teil, vielleicht sogar ausschliesslich der unmittelbaren oder mittelbaren Mitwirkung von Organismen. Alle Kalksteine sind ursprünglich Meeresablagerungen. Dass die in ihnen erhaltenen Schalen von Muscheln, Schnecken u.s.w. durch die Lebensthätigkeit dieser Tiere gebildet sind, ist ohne weiteres klar, die Frage ist nur, wie die Hauptmasse des dichten Kalksteines entstanden ist. Das Meerwasser enthält neben Calciumsalzen in noch viel grösserer Menge Magnesiumsalze. Abgesehen von den Dolomiten, deren Entstehungsweise noch immer streitig ist, die aber jedenfalls nicht von vorneherein als solche im Meerwasser abgesetzt wurden, sind aber fast alle Kalksteine fast vollkommen frei von Magnesium. Der kohlensaure Kalk kann daher nur durch ein Reagenz gefällt sein, durch das Magnesiumsalze nicht niedergeschlagen werden. Das einzige Fällungsmittel, welches diesen

Anforderungen genügt, ist das kohlensaure Ammon und die einzige Quelle für dieses in der Natur ist die Zersetzung von Eiweiss.

Was nun die Art und Weise der Kalkabsonderung durch Organismen betrifft, so sind die Ansichten darüber noch sehr geteilt. Von Harting[1] wurde nachgewiesen, dass der bei Anwesenheit kolloidaler Stoffe wie Eiweiss oder Gelatine erzeugte Niederschlag von kohlensaurem Kalk die gleichen Eigenschaften besitzt, wie die Coccolithen der Meeresabsätze, Kreide u. s. w. Steinmann[1] zeigte dann, dass die gleichen Niederschläge auch ohne Zusatz eines Fällungsmittels beim Zusammenbringen von Eiweiss mit Calciumsalzen entstehen. Aus seinen Versuchen zieht er den Schluss, dass die Abscheidung des kohlensauren Kalkes durch Organismen nicht notwendig als ein Lebensvorgang angesehen zu werden braucht. Von Murray und Irvine[2] ist durch Versuche an Hühnern und Krebsen festgestellt worden, dass es für die Kalkausscheidung dieser Tiere ganz gleichgültig ist, in welcher Form sie das Calcium in ihrer Nahrung aufnehmen.

Ich habe die Versuche Steinmanns wiederholt und kann dessen Angaben im allgemeinen bestätigen. Wie eine Prüfung mittels der Kobaltreaktion ergab, besteht der beim Vermischen von Eiweiss mit Chlorcalcium entstehende sphärokristalline Niederschlag aus Aragonit.

Dass die Schalen zahlreicher Tiere aus kohlensaurem Kalk bestehen, ist schon sehr lange bekannt. Aber auch die Form desselben, ob Aragonit oder Kalkspat, ist bereits in vielen Fällen festgestellt worden, besonders durch die Arbeiten von G. Rose[3].

Da es mit Hilfe der auf Seite 35 und 38 dieser Arbeit mitgeteilten Reaktionen jetzt sehr leicht ist, Aragonit und Kalkspat von einander zu unterscheiden, so habe ich eine grössere Anzahl Vertreter des Tier- und Pflanzenreichs daraufhin untersucht und gebe im folgenden die erhaltenen Resultate[4].

---

[1] G. Steinmann, Ueber Schalen und Kalksteinbildung. Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br. Bd. IV S. 288 (1889).

[2] Murray and Irvine, Coral Reefs and other Carbonate of Lime Formations in Modern Seas. Nature 42, 162 (1890).

[3] G. Rose, Ueber die heteromorphen Zustände der kohlensauren Kalkerde. Abhandl. der königl. Akademie der Wissensch. zu Berlin 1858, S. 63. Hier ist auch die ältere Litteratur ausführlich berücksichtigt.

[4] Herrn Hofrat Prof. Dr. Steinmann, sowie Herrn Prof. Dr. Oltmanns, durch deren Güte ich den grössten Teil des untersuchten Materiales erhielt, sage ich auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank.

A. Pflanzen.

Im Pflanzenreiche finden sich eigentliche Kalkskelette nur bei den sogenannten Kalkalgen. Nach ROSE bestehen die Skelette dieser Algen aus Kalkspat. Ich erhielt folgende Resultate.

1. Chlorophyceen.

Siphoneen.

α) *Codiaceen.*

Halimeda Tuna, lebend. Aragonit.

β) *Dasycladaceen.*

Acetabularia mediterranea, lebend. Aragonit.
Cymopolia spec., lebend. Aragonit.

2. Rhodophyceen.

a) Cryptonemiales.

Corallinaceen.

Corallina spec., lebend. Kalkspat.
Lithothamnion cruciatum, lebend. Kalkspat.
Lithophyllum expansum, lebend. Kalkspat.

b) Nemalionales.

Chaetangiaceen.

Galaxaura spec., lebend. Aragonit.

B. Tiere.

1. Protozoen.

Rhizopoden.

Foraminiferen.

Polytrema spec., lebend. Kalkspat.
Nummulites spec., Eocän, Sisikon (Schweiz). Kalkspat.

2. Schwämme.

Calcispongia.

Petrostroma spec., lebend. Kalkspat.

3. Cölenteraten.

a) Hydrozoen.

Hydromedusen.

Millepora dichotoma, lebend. Aragonit.
Distichopora spec., lebend. Aragonit.
Stylaster roseus, lebend. Aragonit.

b) Anthozoen.

α) *Alcyonarien.*

Corallium rubrum, lebend. Kalkspat.
Isis spec., lebend. Kalkspat.
Isis melitensis, Pliocän, Messina. Kalkspat.
Tubipora musica, lebend. Kalkspat.
Heliopora coerulea, lebend. Aragonit.

β) *Zoantharien.*

Montipora spec., lebend. Aragonit.
Echinopora flexuosa, lebend. Aragonit.
Porites spec., lebend. Aragonit.
Stylophora Danai, lebend. Aragonit.
Trachyphyllia amarantum, lebend. Aragonit.
Fungia patella, lebend. Aragonit.
Hydnophora excisa, lebend. Aragonit.
Merulina ampliata, lebend. Aragonit.
Favia speciosa, lebend. Aragonit.
Coeloria sinensis, lebend. Aragonit.
Astroides calycularis, lebend. Aragonit.
Podabacia crustacea, lebend. Aragonit.
Madrepora spec., lebend. Aragonit.
Seriatopora spec., lebend. Aragonit.
Pocilopora spec., lebend. Aragonit.
Galaxea clavus, lebend. Aragonit.
Dendrophyllia irregularis, lebend. Aragonit.
Goniastraea spec., lebend. Aragonit.
Sclerohelia hirtella, lebend. Aragonit.
Pterogyra spec., lebend. Aragonit.
Cystiphyllum spec., Devon, Harz. Kalkspat.
Anabacia complanata, Brauner Jura, St. Privat (Lothringen). Kalkspat.

4. Würmer.

Anneliden.

Sedentaria.

Serpula spec., lebend. Kalkspat.

5. Echinodermen.

Seeigel.

Spatangus spec., lebend. Kalkspat.
Clypeus Ploti, Brauner Jura, Pfirt (Elsass). Kalkspat.
Echinolampas Kleini, Oligocän, Doberg b. Bünde (Westfalen). Kalkspat.

6. Bryozoen.

Zwei lebende und eine fossile Art aus dem Oligocän des Dobergs b. Bünde (Westfalen) bestanden aus Kalkspat.

7. Brachiopoden.

Atrypa reticularis, Devon, Eifel. Kalkspat.
Rhynchonella varians, Varians-Schichten, St. Privat (Lothringen). Kalkspat.
Terebratula spec., lebend. Kalkspat.
Terebratula vulgaris, Muschelkalk, Schönberg b. Freiburg i. Br. Kalkspat.
Terebratula grandis, Oligocän, Doberg b. Bünde (Westfalen). Kalkspat.

8. Mollusken.

a) Lamellibranchiaten.

α) *Taxodonten.*

Pectunculus spec., Tertiär, Kreuznach. Aragonit.

β) *Schizodonten.*

Trigonia spec., lebend. Aeussere Schale Kalkspat, innere Aragonit.
Trigonia spec., Brauner Jura, Bielefeld. Kalkspat.

γ) *Heterodonten.*

Cardium spec., lebend. Aragonit.
Lucina spec., lebend. Aragonit.
Unio spec., lebend. Innere Schale Aragonit.
Cytherea spec., Oligocän, Doberg b. Bünde (Westfalen). Aragonit.
Mya spec., lebend. Aragonit.
Pholas spec., lebend. Aragonit.
Perna spec., Oligocän. Aragonit.
Mytilus edulis, lebend. Aeussere Schale Kalkspat, innere Aragonit.

Pecten spec., Oligocän, Doberg b. Bünde (Westfalen). Aragonit.
Ostrea edulis, lebend. Kalkspat.
Ostrea acuminata, Brauner Jura, St. Privat (Lothringen). Kalkspat.
Gryphaea arcuata, Lias, Wutachthal (Baden). Kalkspat.
Pinna spec., lebend. Aeussere Schale Kalkspat.

b) Scaphopoden.

Dentalium spec., Oligocän, Doberg b. Bünde (Westfalen). Aragonit.

c) Gastropoden.

Natica spec., lebend. Aragonit.
Cypraea spec., lebend. Aragonit.
Melania albigensis, Oligocän, Kleinkems (Baden). Kalkspat.
Melanopsis galloprovincialis, Senon, Le Beausset (Var). Aragonit.
Cerithium baccatum, Eocän, Val Ronca b. Verona. Kalkspat.
Cerithium pleurotomoides, Ludien. Le Wast b. Gisors. Aragonit.
Rostellaria spec., Grobkalk, Cephalonien. Aragonit.
Fusus deformis, Lutétien, Parnes b. Gisors. Aragonit.
Helix pomatia, lebend. Aragonit.
Helix obvoluta, lebend. Aragonit.
Helix hispida, Löss, Kaiserstuhl. Aragonit.
Helix arbustorum, Löss, Kaiserstuhl. Aragonit.
Helix costata, Löss, Kaiserstuhl. Aragonit.
Helix moguntina, Littorinellenthon, Curve b. Wiesbaden. Aragonit.
Helix silvana, Miocän, Mörsingen. Aragonit.
Clausilia spec., Löss, Kaiserstuhl. Aragonit.
Pupa muscorum, Löss, Kaiserstuhl. Aragonit.
Pupa dolium, Löss, Kaiserstuhl. Aragonit.
Succinea oblonga, Löss, Kaiserstuhl. Aragonit.
Bulimus spec., lebend. Aragonit.
Cyclostoma elegans, lebend. Aragonit.

d) Cephalopoden.

Nautilus Pompilius, lebend. Aeussere und innere Schale Aragonit.
Argonauta spec., lebend. Kalkspat.
Parkinsonia spec., Brauner Jura, Bielefeld. Kalkspat.
Spirula spec., lebend. Aragonit.
Sepia officinalis, lebend. Der Schulp besteht aus Aragonit.

9. Arthropoden.

Crustaceen.

Balanus spec., lebend. Kalkspat.

10. Wirbeltiere.

Vögel.

Die Schale der Hühnereier besteht aus Kalkspat.

Vorliegende Arbeit wurde im Laufe des Jahres 1901 im chemischen Universitäts-Laboratorium (Abteilung der philosophischen Fakultät) zu Freiburg i. Br. ausgeführt. Dem Direktor des genannten Institutes, Herrn Professor Dr. GATTERMANN, sowie den Herren Hofrat Professor Dr. STEINMANN und Professor Dr. GRAEFF, durch deren Vorlesungen ich hauptsächlich zu diesen Untersuchungen angeregt wurde, sage ich auch an dieser Stelle für das meiner Arbeit stets entgegengebrachte Interesse meinen herzlichsten Dank.

Induktionswirkung im Dielektrikum und Bewegung des Aethers.

Von

J. Koenigsberger.

I.

Wird ein Dielektrikum in einem magnetischen Felde bewegt, so muss in ihm eine elektromotorische Kraft induciert werden, falls die Faraday-Maxwellsche Hypothese der Gleichwertigkeit von Verschiebungsstrom und Leitungsstrom durchweg richtig ist. Aus den Gleichungen, die Hertz (Ges. Werke II S. 261) und früher, noch teilweise vom Standpunkt der älteren Theorie aus, Helmholtz[1] für die elektromagnetischen Erscheinungen in bewegten Körpern aufgestellt haben, folgt (Hertz a. a. O. S. 264 ob.):

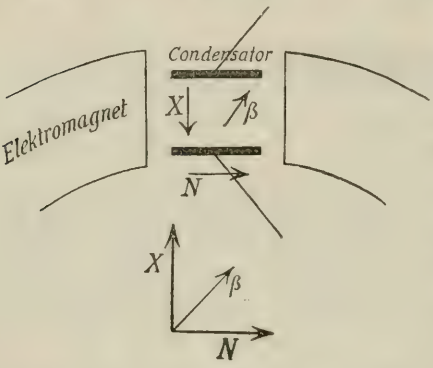
$$\begin{aligned} X_1 &= A\,(\gamma M' - \beta N') \quad \text{(a} \\ Y_1 &= A\,(\alpha N' - \gamma L') \quad \text{(b} \\ Z_1 &= A\,(\beta L' - \alpha M') \quad \text{(c} \end{aligned} \tag{1}$$

$$\text{für } \gamma = 0 \text{ ist } X_1 = -A \cdot \beta \cdot N'$$

Hierin sind L' M' N' die Komponenten der magnetischen Polarisation $= \mu \cdot L$, $\mu \cdot M$, $\mu \cdot N$; X; Y, Z, die inducierten elektrischen Kräfte, α β γ die Komponenten der Geschwindigkeit des Körpers im magnetischen Felde; $A = \frac{1}{3 \cdot 10^{10}}$. Die elektrischen und

[1] Später hat Helmholtz dann die Hertzschen Gleichungen, die etwas einfacher sind als seine früheren, unter das Prinzip der kleinsten Wirkung gebracht.

magnetischen Kräfte sind in GAUSSschem Masse gemessen (vgl. a. a. O. S. 213), also von der Dimension $M^{1/2} \cdot L - {}^1/_2 T - {}^1$. HERTZ hebt hervor, dass diese obigen aus seinen Gleichungen abgeleiteten Formeln den älteren Anschauungen entsprechen und leitet ab, wie man bei der Annahme von Gleitflächen auf die gleichen Formeln kommt (S. 294), vgl. Fig. Es ist $X_1 = -A \cdot N' \cdot \beta_2$, falls ein Körper sich in einem ruhenden Medium bewegt. Ein solcher Fall wäre gegeben, wenn zwischen den Platten eines Kondensators, parallel diesen und normal zur Richtung eines starken magnetischen Feldes, sich ein Dielektrikum z. B. Glas bewegt. Die Kondensatorplatten mit der anliegenden Luft, oder falls sie lackiert sind, Schellack, bleiben ruhig, das Glas bewegt sich. Es lässt sich leicht aus der obigen Gleichung berechnen, wie gross bei einem Felde von 4000 Einheiten die Geschwindigkeit sein muss, um in einem Kondensator von 1 cm Plattenabstand eine Potentialdifferenz von ${}^1/_{100}$ Volt zu erzeugen; es müsste dann $\beta = 300 \frac{\text{cm}}{\text{sec.}}$ sein. Diese würde einer Rotation eines Glascylinders vom Radius 5 cm bei einer Tourenzahl von 10 entsprechen. Versuche mit einer entsprechenden Anordnung werden vom Verfasser unternommen.



Die magnetische Wirkung eines bewegten Dielektrikums lässt sich aber auch aus den bereits durch die Erfahrung bestätigten MAXWELLschen Gleichungen, die ja nur für ruhende Körper gelten, beweisen. Falls nämlich der Kondensator, in dem sich das Dielektrikum befindet, geladen oder entladen wird, so ändert sich natürlich in ihm das elektrische Feld und daher X'. Es ist aber nach den MAXWELLschen Gleichungen $\frac{d X'}{d t}$ gleichwertig mit einem elektrischen Strom m in der Richtung der x-Axe, magnetische Kräfte werden durch beide in gleicher Weise hervorgerufen, und die Annahme ist kaum abzuweisen, dass diese Kräfte ebenso wie den stromdurchflossenen Draht auch das Dielektrikum in Bewegung versetzen

[1] Der mathematische Beweis ist ganz analog wie der vom Verf. Annalen 6. S. 508, 1901 gegebene.

können, wenn ein Magnetpol oder -feld Anziehung oder Abstossung hervorruft.

Bei der Bewegung können aber die ponderomotorischen Kräfte Arbeit leisten und daher ist nach dem Prinzip von der Erhaltung der Energie auch notwendig, dass die Bewegung entgegengesetzte elektrische Kräfte induciert, damit die bei der Entladung des Kondensators schliesslich übrigbleibende Wärme um den Betrag der ponderomotorischen Arbeit geringer ist[1]. Es muss nach dem ersten Hauptsatz $dA = -dE$. Die elektrische Energie des Kondensators ist für die Volumeinheit $= \frac{1}{8\pi} \varepsilon \cdot X^2$. Hierbei ist der Einfachheit halber der Abstand der Kondensatorplatten $= 1$ cm und dessen Oberfläche $= 1$ qcm gesetzt und das Feld ist homogen gedacht. Demnach ist $dE = \frac{1}{4\pi} X \cdot \frac{\partial (\varepsilon X)}{\partial t} dt$. Die ponderomotorische Arbeit ist, falls zunächst Gleichwertigkeit des Verschiebungsstromes von der Grösse $\frac{1}{4\pi} A \frac{\partial (\varepsilon X)}{\partial t} = \frac{1}{4\pi} A \cdot \varepsilon \cdot \frac{\partial X}{\partial t}$ mit einem Leitungsstrom angenommen wird, gleich der Anzahl der vom Strom bei der Bewegung geschnittenen magnetischen Kraftlinien. Es sei die magnetische Feldstärke M, dann werden von dem Würfel des Dielektrikums von 1 cbcm Inhalt $M \cdot \frac{dz}{dt} dt$ Kraftlinien bei der Bewegung in der Richtung von z geschnitten und die Arbeit dA ist also $\frac{1}{4\pi} A \varepsilon \frac{(\partial X)}{\partial t} \mu M \cdot \frac{\partial z}{\partial t} \cdot dt$. Da $dA = -dE$, so ist

$$\mu \cdot A \cdot M \cdot \frac{\partial z}{\partial t} = X. \qquad (1)$$

Also die von Hertz gegebene Gleichung. Wie man sieht, ist Voraussetzung, dass für die Grösse der am Verschiebungsstrom wirkenden ponderomotorischen Kraft das gleiche Gesetz gilt, wie für den Leitungsstrom. Ist die ponderomotorische Kraft nur der Grösse eines Stromes $(\varepsilon - 1) \frac{\partial X}{\partial t}$ proportional, so lautet Gleichung (1)

$$\mu \cdot A \cdot M \cdot \frac{\partial z}{\partial t} = \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} X.$$

Dies sind strenge Folgerungen aus den durch Hertz bewiesenen Gleichungen Maxwells. Hierbei ist aber ein Punkt durch

[1] Diese Annahme steht in Uebereinstimmung mit dem Fresnelschen Fortführungscoëfficienten: $\left(1 - \frac{1}{n^2}\right) v = o \left(\frac{n^2 - 1}{n^2}\right) = \left(\frac{o - 1}{2}\right) v.$

die Erfahrung noch nicht genügend kontrolliert, ob nämlich die bei der Aenderung der elektrischen Polarisation im Dielektrikum auftretenden magnetischen Kräfte bei der ponderomotorischen Bewegung voll in Rechnung zu setzen sind, wie z. B. bei einem stromdurchflossenen Draht oder ob nur ein Teil derselben, nämlich der von der Aenderung des $(\varepsilon - 1)\ X'$ herrührende in Betracht kommt. Letzteres ist das wahrscheinliche und das negative Ergebnis des von BLONDLOT angestellten Versuches über die inducierte elektrische Kraft beim Durchblasen von Luft durch ein magnetisches Feld wäre dadurch erklärt.

Bei dem oben berechneten Beispiel müsste sich im Flintglas die inducierte elektrische Kraft auf $\frac{3-1}{3} = {}^2/_3$ ihres berechneten Wertes erniedrigen, ein Wert, der noch gut messbar wäre.

Nach dieser Annahme für die ponderomotorische Wirkung gehen die Gleichungen für die inducierten elektrischen Kräfte, wie oben gezeigt, in folgende über: $\left(\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon}\right) X = A\ (\gamma \cdot M' - \beta \cdot N')$ u. s. w. Für Leiter, für welche ε sehr gross, ergibt sich dann $\left(\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon}\right)_{\varepsilon = \infty} = 1$; in Übereinstimmung mit der Erfahrung.

Die Theorie von LORENTZ muss auf den gleichen Ausdruck führen, da sie ja annimmt, dass auch bei der Bewegung des Dielektrikums der Aether in ihm ruht und dessen Wirkung also in Abzug gebracht werden muss.

II.

Sehr viel schwieriger stellt sich die Frage über die Bewegung des Aethers und die Induktion in demselben. Die Gleichungen von HERTZ und HELMHOLTZ ergeben ponderomotorische Wirkung auf den Aether und Strömung desselben, und andererseits daher auch inducierte elektrische Kräfte bei Bewegung des Aethers in seinem Magnetfelde. Durch mechanische Mittel ist aber eine Bewegung des Aethers, wie alle bisherigen Versuche gezeigt haben, nicht möglich, daher war eine Prüfung jener Folgerungen so nicht realisierbar. Dagegen lässt sich gewissermassen durch Umkehrung der oben beschriebenen Versuchsanordnung eine Prüfung ermöglichen. Statt nämlich den Aether im ruhenden Kondensator und ruhenden Magnetfeld zu bewegen, könnten wir das Magnetfeld und den Kondensator bewegen und den Aether ruhen lassen. Dieser Versuch wird durch die Erdbewegung von selbst ausgeführt, das Dielektrikum, der

Aether, ruht hierbei, wenigstens nach der Theorie von Lorentz. Alsdann muss aber, wie aus den Gleichungen von Hertz und Helmholtz folgt, eine inducierte elektrische Kraft auftreten [1]. Ihre Grösse ist sehr beträchtlich. Wenn die Erde bei der Translation in ihrer Bahn den Aether nicht mitnimmt, so ist seine relative Geschwindigkeit = *29,5* km, was bei den oben angegebenen Bedingungen 300 Volt entspräche. Aber W. Wien hält es auf Grund der Michelson-Morleyschen Versuche für denkbar, dass infolge der Gravitation bei der Bewegung in der Bahn die Erde den Aether mitzieht [2]. Bei der Rotation ist dies wohl ausgeschlossen, sonst würde sich ein Verlust an kinetischer Energie oder eine Diskontinuitätsfläche ergeben. Die Rotationsgeschwindigkeit in Freiburg ist etwa = *342* m und dies müsste cet. par. 3 Volt ergeben [3]. Auch diesen Effekt konnte ich vorläufig nicht wahrnehmen, doch beabsichtige ich, mit einem wesentlich verbesserten Elektrometer von geringer Kapazität und Rückstand dies noch einmal zu prüfen.

Die Theorie von Lorentz [4] erlaubt eine direkte Berechnung der Erscheinung nicht, da sie für bewegte magnetische Ladungen nicht explicite entwickelt ist. Es wäre möglich, dass der bewegte Aether Kompensationsladungen auf den stromführenden Drähten hervorruft; aber selbst bei dieser Annahme müssten die Glieder zweiter Ordnung bei der vom Verfasser benutzten Anordnung noch wahrnehmbar sein.

Anmerkung bei der Korrektur.

Herr H. A. Lorentz hatte die grosse Liebenswürdigkeit, mir brieflich einen sehr eleganten strengen Beweis für die Unmöglichkeit eines Effekts zweiter Ordnung mitzuteilen. Ein Effekt erster Ordnung ist, wie Herr Lorentz für höchst wahrscheinlich hält, durch

[1] W. Wien hat in dem Referat zur Nat.-Vers. in Aachen, Beilage zu Wied. Ann. Bd. **65**, 1898, S. XVII darauf ganz kurz aufmerksam gemacht.

[2] Lorentz erklärt das negative Ergebnis des Michelson-Morley-Versuches bekanntlich anders.

[3] $X = \gamma \cdot M^1 \cdot A \qquad M^1 = 10^4 \text{ (rund)} \qquad A = \frac{1}{3 \cdot 10^{10}}$

$$\frac{X \text{ Volt}}{3 \cdot 10^2} = \frac{10^4 \, 3 \cdot 10^6}{3 \cdot 10^{10}} = 300 \text{ V.}$$

$$\frac{X \text{ Volt}}{3 \cdot 10^2} = \frac{10^4 \, 3 \cdot 10^4}{3 \cdot 10^{10}} = 3 \text{ V.}$$

[4] H. A. Lorentz, Versuch einer Theorie der elektrischen und optischen Erscheinungen in bewegten Körpern. Leiden 1895, S. 41 u. 47.

die Kompensationsladungen in und um den stromführenden Drähten des Elektromagneten aufgehoben; doch scheint mir diese Annahme aus folgendem Grund nicht ganz zwingend. Wenn man nämlich den Kondensator, zwischen dem sich der Aether hindurchbewegt, mit einer zur Erde abgeleiteten Schutzhülle aus Messing umgiebt, so können die Kompensationsladungen an den Drähten des Elektromagneten keinen Einfluss mehr haben, die magnetischen Kräfte und die Bewegung des Aethers dagegen würden die Schutzhülle ungehindert durchdringen; der Effekt müsste dann also vorhanden sein.

Ueber die Ionisierung der Luft durch Wasser.

Von

F. Himstedt.

1. Um die überaus interessanten Versuche der Herren ELSTER und GEITEL über die Elektrizitätszerstreuung in abnorm leitender Luft, (Kellerluft, Bodenluft etc.) nachmachen zu können, habe ich zuerst ein älteres Elektroskop von MÜLLE-URI, später ein nach den Angaben der genannten Autoren von GÜNTHER und TEGETMEYER in Braunschweig angefertigtes Elektroskop benutzt und mich auch sonst durchweg der von ELSTER und GEITEL[1] angegebenen Versuchsanordnung eng angeschlossen. Das Elektroskop mit Zerstreuungskörper und umgebendem Cylinder stand auf dem Boden eines 36 cm weiten, 43 cm hohen Glasgefässes, das innen vollständig mit zur Erde abgeleitetem Messingdrahtnetz von 1 mm Maschenweite ausgekleidet war. Das Drahtnetz hatte an der Vorderwand des Glasgefässes eine Oeffnung von 3×2 cm, durch welche hindurch mit einem in 1,5 m Entfernung aufgestellten kleinen Fernrohre die Stellung des Goldblättchens an der Skala abgelesen wurde. Es wurde stets nur ein Goldblatt beobachtet und jedesmal die Zeit abgelesen, zu welcher dasselbe einen ganzen Teilstrich passierte, und aus diesen Beobachtungen dann der Verlust für 60 Minuten berechnet. Durch diese Anordnung war eine ausserordentlich scharfe und sichere Ablesung möglich, und ich möchte gleich hier bemerken, dass sich das Elektroskop mit *Na*-Trocknung vorzüglich bewährt hat. Dass das Drahtnetz im Innern des Glasgefässes einen absolut sicher schützenden FARADAYschen Käfig bildete, wurde durch besondere Versuche festgestellt. Der Deckel des Glasgefässes hatte drei Boh-

[1] Physik. Zeitschrift II 560. 1901.

rungen, durch die mittlere konnte das Elektroskop geladen werden, in die beiden anderen waren Glasröhren mit Hähnen eingekittet für die Zu- resp. Ableitung der zu untersuchenden Gase. Beide Glasröhren befanden sich ausserhalb des Drahtkäfigs, die eine reichte bis zum Boden des Gefässes, die andere endete direkt unter dem Glasdeckel, aber noch oberhalb des Deckels des Drahtkäfigs. Ausserdem hing in dem Gefässe noch ein KLINKERFUESSches Haarhygrometer.

Wie zu erwarten, war es mir ohne Schwierigkeiten möglich, nach den genauen Angaben der Herren ELSTER und GEITEL deren Versuchsergebnisse zu bestätigen. In einem Keller unter einem vor zwei Jahren errichteten Gebäude wurden drei Wochen Fenster und Thüren geschlossen gehalten. Wurde nach dieser Zeit aus dem Raume ca. 20 Minuten lang Luft durch das oben beschriebene Gefäss gesaugt, so zeigte das Elektroskop in 60 Minuten einen Spannungsverlust von 180—220 Volt, während in Zimmerluft unter sonst gleichen Verhältnissen in derselben Zeit der Abfall 28 Volt betragen hatte. Zu gleicher Zeit mit dem Keller war ein Raum im 2. Stocke des Gebäudes, dessen Voluminhalt etwas grösser als der des Kellers war, abgeschlossen worden, und zwar möglichst luft- und lichtdicht. In diesem Raume war nach vier Wochen keine irgendwie nennenswerte Steigerung der Leitfähigkeit der Luft zu konstatieren. In Uebereinstimmung hiermit liessen sich Drähte und Drahtnetze nach der von ELSTER und GEITEL angegebenen Methode im Keller stark aktivieren, in dem erwähnten Zimmer nur kaum nachweisbar. Auch die Beobachtung, dass aus dem Erdboden gesaugte Luft eine sehr hohe Leitfähigkeit besitzt, habe ich leicht bestätigen können.

2. Bei diesen Versuchen habe ich nun durch Zufall eine Beobachtung gemacht, deren weitere Verfolgung mir interessant erschien, weil ich es nicht für unmöglich halte, dass sie zur Erklärung der Ionenbildung in der Luft beitragen kann. Als die untersuchte Luft aus dem oben erwähnten grossen Glasgefässe ausgesaugt werden sollte, war durch ein Versehen der Schlauch nicht an das Saugrohr, sondern an das Blasrohr der mit Gebläsevorrichtung versehenen Wasserstrahlpumpe gesetzt worden. Es wurde also nicht die Luft aus dem Glasgefässe herausgesaugt, sondern es wurde die durch die Wasserstrahlpumpe angesaugte und mit dem Wasser fortgerissene Luft in das Gefäss hineingeblasen, in derselben Weise, wie sonst etwa diese Luft zur Bethätigung einer Gebläselampe benutzt wird. Der Irrtum wurde nicht bemerkt, ich glaubte Zimmerluft im Apparate zu haben, und war nicht wenig erstaunt, die Blätter des Elektro-

skops nach der Ladung zusammenfallen zu sehen mit einer Geschwindigkeit, wie ich sie noch bei keinem Versuche gesehen hatte. Als jetzt der erwähnte Irrtum erkannt wurde, glaubte ich natürlich, den Grund in der eingeblasenen Feuchtigkeit suchen zu müssen, obgleich das Hygrometer nur 56% gegen sonst 20—30% zeigte. Ich nahm den Apparat sofort auseinander und fand zu meiner Ueberraschung, dass das Elektroskop nach wie vor vorzüglich isolierte.

Das schnelle Zusammenfallen der Goldblättchen konnte also nicht durch Oberflächenleitung, etwa eine auf der Bernsteinstütze gebildete Wasserhaut bedingt sein, sondern musste auf eine enorm gesteigerte Leitfähigkeit der durch die Wasserstrahlpumpe mitgerissenen Luft zurückgeführt werden.

Weitere Versuche bestätigten diese Vermutung vollauf. Um den Einfluss etwa mitgerissener Feuchtigkeit auszuschliessen, wurden bei allen weiteren Versuchen die in den Versuchsapparat zu füllenden Gase vorher sorgfältig getrocknet, indem man sie durch drei je 50 cm lange Röhren langsam hindurchströmen liess, von denen die erste mit $CaCl_2$, die beiden anderen mit P_2O_5 gefüllt waren. Auf diese Weise wurde erreicht, dass das Hygrometer bei keiner Füllung mehr als 15% relative Feuchtigkeit anzeigte und dass diese im Gefässe angenähert (bis auf 2%) immer die gleiche Höhe hatte, sowohl wenn Zimmerluft oder Luft aus dem Freien als auch wenn die durch das Wasser gepresste Luft eingefüllt war. Um eine möglichenfalls vorhandene Elektrisierung der Luft (Wasserfallelektrizität) zu beseitigen, wurde dieselbe durch ein 100 cm langes Rohr geleitet, das mit zwölf Schichten abwechselnd aus Watte und aus zur Erde abgeleiteter Kupferwolle[1] gefüllt war. Bei diesen Trockenvorrichtungen hielt das Na-Stückchen in dem Elektroskop 2—3 Wochen lang, und der Spannungsverlust in dem Elektroskop allein, ohne Zerstreuungskörper, war so gering, dass es kaum je nötig war, ihn in Rechnung zu setzen.

Es möge zunächst ein Beispiel für das Verhalten der durch die Wasserstrahlpumpe gegangenen Luft angeführt werden.

Am 18./10. 02 wird 15 Minuten lang bei offenem Fenster Zimmerluft durch den Apparat gesaugt. Hierauf wird das Elektroskop auf 208 Volt geladen[2]. Für 60 Minuten ergibt sich ein Ver-

[1] Einer hiesigen Firma, Bühne & Co., ist es gelungen, alle Metalle in so feine Streifen zu schneiden, dass man Metallwolle erhalten kann, die der Glaswolle an Feinheit nicht nachsteht.

[2] Die Ladung des Elektroskops erfolgte bei allen Messungen mittelst einer

lust von 8,12 Volt. Hierauf wird 15 Minuten lang, von $11^h\ 00^m$ bis $11^h\ 15^m$, mit dem Wasserstrahlgebläse Luft durchgeblasen. Der Verlust, auf 60 Minuten umgerechnet, ergibt sich in Volt:

$11^h\ 20^m$	$12^h\ 20^m$	$2^h\ 30^m$	$6^h\ 50^m$
632	733	852	786

Die Luft wurde in dem Gefässe gelassen und ergab an den folgenden Tagen

19./10.	20./10.	21./10.	22./10.	23./10.	24./10.	25./10.
728	630	520	440	370	300	240

Aehnliche Resultate ergaben alle in dieser Weise angestellten Versuche, und man erkennt wohl auf den ersten Blick, dass diese durch das Wasser hindurchgepresste Luft genau dasselbe Verhalten zeigt, wie die Kellerluft resp. die aus dem Boden angesaugte Luft in den ELSTER- und GEITELschen Versuchen. Sofort nach dem Einfüllen ausserordentlich hoch gesteigerte Leitfähigkeit der Luft, die im Verlaufe von einigen Stunden bis zu einem Maximum anwächst, um dann sehr langsam abzufallen. Hierdurch wird aber die Frage nahe gelegt, ob nicht auch bei den Versuchen von ELSTER und GEITEL die grosse Leitfähigkeit der Kellerluft etc. bedingt resp. zum mindesten mit bedingt sei dadurch, dass im Erdboden und auch in feuchten Kellern die Luft durch die mit feinst verteilten Wassertröpfchen bedeckten Erdmassen hindurch- resp. an ihnen vorbeistreicht, dass also auch in diesen Fällen die Luft ihre hohe Leitfähigkeit dadurch erlangt hat, dass sie in innige Berührung mit dem Wasser gebracht ist.

Um dies zu untersuchen, wurde ein Blechgefäss von 75 cm Höhe, 20 cm Durchmesser mit fein zerstückeltem Coaks gefüllt, der mehrere Tage auf über 100° C. erhitzt und dadurch vollkommen getrocknet war. In der Mitte des Gefässes war ein 2 cm weites Glasrohr aufgestellt, das fast bis auf den Boden des Gefässes reichte. Letzteres hatte am Boden einen Hahn, um dort sich ansammelndes Wasser ablassen zu können. Wurde Zimmerluft durch den trockenen Coaks in das Untersuchungsgefäss gesaugt, so konnte niemals eine Erhöhung der Luftleitfähigkeit beobachtet werden, eher in einzelnen Versuchen eine ganz geringe Abnahme, die vielleicht darauf zurückzuführen ist, dass trotz des Watterohres von dem äusserst feinen

---

Cu, Zn, $MgSO_4$-Batterie, und zwar wurde stets auf die gleiche Höhe von 208 Volt geladen.

Coaks Staub in den Apparat gelangte. Wurde aber nun derselbe Coaks reichlich befeuchtet und dann 20—30 Minuten Luft durch denselben in den Apparat gesaugt, so zeigte sich die erhöhte Leitfähigkeit genau in derselben Weise wie bei Kellerluft oder aus dem Erdboden angesaugter Luft. Z. B. Zimmerluft, 20 Minuten lang durch **trockenen** Coaks gesaugt, ergibt in 60 Minuten Spannungsverlust von 9,1 Volt. Zimmerluft, 20 Minuten lang durch den **nassen** Coaks in den Apparat gesaugt, ergibt in der gleichen Zeit 39,2 Volt Abfall.

Dieselben Resultate wurden erhalten, als der Coaks durch grobkörnigen Sand ersetzt wurde, ja es war möglich, absolut sichere Wirkungen zu erzielen dadurch, dass man ein ca. 50 cm langes Glasrohr mit Glaswolle dicht anfüllte, zuerst in Wasser tauchte, nach dem Herausziehen kurze Zeit abtropfen liess und dann 30 Minuten lang Luft durch die feuchte Glaswolle hindurch in den Apparat einsaugte. Ebenso unzweideutig konnte endlich die erhöhte Leitfähigkeit der Luft erreicht werden, wenn man dieselbe einfach durch mehrere hintereinander geschaltete Waschflaschen mit Wasser streichen liess. Um recht feine Bläschen zu erzielen, waren die Glasröhren, aus welchen die Luft in das Wasser eintrat, nur mit ganz feinen Austrittsöffnungen versehen.

3. Mit Hilfe des Durchsaugens durch Waschflaschen war es nun auch möglich zu untersuchen, ob andere Flüssigkeiten dieselbe oder doch ähnliche Wirkungen hervorbrachten wie das Wasser. Es zeigte sich, dass sorgfältig destilliertes Wasser genau dieselben Werte der Luftleitung erzeugte wie Leitungswasser oder Regenwasser. Ein Zusatz von $NaCl$ oder $CuSO_4$ oder H_2SO_4 gab keine Aenderung, welche die Beobachtungsfehler überstiegen hätte. Petroleum (sog. Kaiseröl), Vaselinöl, Benzol hingegen gaben gar keine Wirkung.

Wie schon erwähnt, war bei dieser Versuchsordnung die Zunahme der Leitfähigkeit der Luft auch dann nur eine geringe, 5—10 %, wenn die Waschflaschen, durch welche die Luft gesaugt wurde, mit Wasser oder Salzlösungen oder verdünnten Säuren gefüllt waren. Es wäre deshalb nicht unmöglich gewesen, dass der Effekt bei den isolierenden Flüssigkeiten nur um deswillen nicht beobachtet werden konnte, weil er, in schwächerem Masse auftretend, durch die Beobachtungsfehler verdeckt wurde. Ich suchte deshalb nach einem Verfahren, bei welchem es möglich war, stärkere Wirkungen zu erzielen und gelangte auf folgende Weise zum Ziele.

Mit dem LINDEschen Kompressor wurde Luft auf ca. 180 Atm. komprimiert. Da hierbei gemäss der Konstruktion des Apparates die Luft schon mit fein verteiltem Wasser in innige Berührung kommt, so kann es nicht wundernehmen, dass sie hierbei schon eine grössere Leitfähigkeit erhielt. Man liess die Luft deshalb meist mehrere Tage stehen, damit die Leitfähigkeit wenigstens zum grössten Teile wieder verschwand. Hierauf liess man die Luft aus einem Glasrohre, das am Ende mit einer Anzahl feiner Oeffnungen versehen war, oder meist aus einem Metallrohre, dessen eines Ende mit feinmaschigem Drahtnetz verschlossen war, ausströmen in eine WULFFsche Flasche, durch deren einen Tubulus das eben erwähnte Ausströmungsrohr so geführt war, dass es ca. 1 cm über dem Boden der Flasche endigte. Aus dem anderen Tubulus strömte die eingeblasene Luft dann durch ein weites Glasrohr in eine ca. 50 l fassende Glasflasche. Der Hahn des Metallcylinders, in welchem die komprimierte Luft sich befand, wurde hierbei sehr vorsichtig so gestellt, dass ein Manometer, welches zwischen dem Kompressionscylinder und der WULFFschen Flasche eingeschaltet war, stets 30—32 cm *Hg*-druck anzeigte, die Luft also immer unter demselben Drucke ausströmte. Man liess bei jedem Versuche 160 l ausströmen, so dass man annehmen darf, dass die 50 l fassende Glasflasche gut mit der Luft ausgespült und angefüllt wurde. Nach dem Durchströmen resp. Füllen der Flasche wurde diese mit einem doppelt durchbohrten Gummistopfen verschlossen, und nun die Luft langsam durch einfliessendes Wasser in die Trockenröhren und den Versuchsapparat geleitet. Eine mit H_2SO_4 gefüllte Waschflasche am Austrittsrohre des Apparates gestattete, die Schnelligkeit des Durchströmens zu beurteilen. Ein Versuch verlief nun in folgender Weise:

a) Man liess 160 l Luft aus dem Kompressor in der beschriebenen Weise ausströmen, während die WULFFsche Flasche leer, sorgfältig getrocknet, war. Die Luft wurde auf ihre Leitfähigkeit untersucht.

b) Man liess 160 l Luft ausströmen, wobei aber jetzt die WULFFsche Flasche etwa bis zu halber Höhe mit 2 l der zu untersuchenden Flüssigkeit gefüllt war, so dass die Luft in ganz fein verteilten Bläschen energisch durch die Flüssigkeit geblasen wurde. Die Luft wurde ebenfalls auf ihre Leitfähigkeit untersucht.

c) Der erste Versuch wurde wiederholt.

Vor jedem neuen Versuche wurde durch den Apparat, in dem das Elektroskop sich befand, zwei Stunden lang getrocknete Zimmer-

luft durchgesaugt und festgestellt, dass die Leitfähigkeit wieder die normale geworden war. Die Sicherheit, mit der sich hierbei immer die gleichen Versuchsbedingungen wieder herstellen liessen und mit der unter gleichen Bedingungen auch gleiche Resultate erhalten wurden, lässt sich am besten daraus erkennen, dass die bei a und c beobachteten Leitfähigkeiten nie um mehr als 5 % von einander verschieden waren. Der Unterschied der bei b beobachteten Leitfähigkeit gegen das Mittel aus a und c darf angesehen werden als hervorgerufen durch das Durchströmen der Luft durch die betreffenden Flüssigkeiten.

Untersucht wurden: Destilliertes Wasser, Leitungswasser, Regenwasser, wässerige Lösungen von $CuSO_4$ (10 %), H_2SO_4 (30 %), $NaCl$ (10 %), Kaiseröl, Paraffinöl, Benzol, Aethylalkohol, Nitrobenzol.

Bei Wasser und wässerigen Lösungen wurde unter gleichen Bedingungen für alle derselbe Betrag der Luftleitfähigkeit beobachtet, von den übrigen Substanzen liessen nur Alkohol und Nitrobenzol bei einigen Versuchen einen die Versuchsfehler übersteigenden Einfluss auf die Leitfähigkeit der Luft erkennen.

Endlich habe ich mit den genannten Flüssigkeiten mich dem Ausgangsversuche mit der Wasserstrahlpumpe soweit als möglich zu nähern gesucht, indem ich eine solche Pumpe dadurch zu betätigen suchte, dass ich die Flüssigkeiten aus einem 3 m über dem Fussboden aufgestellten Gefässe in die Pumpe fliessen liess. Die unten angekommene Flüssigkeit wurde stets wieder oben nachgefüllt. Auch hierbei erhielt ich dieselben Resultate. Ob die geringen Wirkungen, welche bei Alkohol und Nitrobenzol erhalten wurden, auf beigemischte Spuren von Wasser zurückzuführen sind, oder ob wirklich diese beiden Flüssigkeiten mit den hohen Dielektrizitätskonstanten eine dem Wasser ähnliche Wirkung ausüben, vermag ich noch nicht zu entscheiden. Der Alkohol wurde von gebranntem Kalk abdestilliert, das Nitrobenzol war in der Fabrik von Kahlbaum aus krystallisiertem Benzol dargestellt.

Mit den beiden letztgenannten Versuchsanordnungen habe ich auch untersucht, ob das Wasser durch längeren Gebrauch die Fähigkeit verliert, durchstreichende Luft leitend zu machen. So wurde z. B. bei einem Versuche durch $^1/_3$ l Leitungswasser eine ganze Woche lang Luft durchgeblasen, wobei etwa die Hälfte des Wassers durch Verdampfen verloren ging. Der Rest machte am Schlusse der Versuche die Luft genau so stark leitend, wie das

gleiche Quantum frischen Leitungswassers unter gleichen Bedingungen dies that.

Ausser mit Luft habe ich entsprechende Versuche auch mit O und mit CO_2 angestellt und eine ähnliche Vermehrung der Leitfähigkeit bei diesen Gasen erhalten.

4. Es entsteht jetzt die Frage, wie kommt diese Leitfähigkeit der Gase zu stande? Wird das Gas bei dem Durchstreichen durch das Wasser direkt ionisiert, oder nimmt dasselbe dabei Spuren einer radioaktiven Substanz in sich auf, oder endlich führt es eine sogenannte Emanation von einer in dem Wasser enthaltenen radioaktiven Substanz mit sich? Das sind wohl die zunächst sich aufdrängenden Fragen. Dass das Gas beim Durchstreichen des Wassers einfach ionisiert wird, in der Weise etwa, wie dies durch die Einwirkung von ultravioletten oder von X-Strahlen geschieht, muss schon um deswillen als unwahrscheinlich bezeichnet werden, weil es die lange Glasröhre mit dichtgestopfter Watte zu durchsetzen vermag, ohne nachweisbare Einbusse an seiner Leitfähigkeit zu erleiden. Auch spricht entschieden dagegen das sehr langsame Verschwinden der erlangten Leitfähigkeit, das hier ebensoviel Tage erfordert wie dort Minuten.

Die Frage lässt sich, glaube ich, endgültig entscheiden, wenn man das Gas durch ein genügend starkes elektrisches Feld leitet. Das elektrische Feld wurde dadurch hergestellt, dass ein 80 cm langer, 0,7 cm dicker Metallstab mit Siegellack in die Axe eines 3,5 cm weiten Metallrohres eingekittet wurde, so dass er die eine, das Metallrohr die andere Belegung eines Cylinderkondensators bildete, der mit Hilfe einer Elektrisiermaschine bis 8000 Volt geladen werden konnte. Liess man die Luft durch dieses elektrische Feld, sei es schneller, sei es Blase für Blase, hindurchgehen, so beobachtete man zuweilen unmittelbar nach der Füllung eine ganz minimale Schwächung der Leitfähigkeit, die zwar fast in die Grenzen der Beobachtungsfehler hineinfiel, mich aber doch auf die Vermutung brachte, es könnte in dem starken elektrischen Felde in der That ein Verbrauch der vorhandenen Ionen stattfinden, diese Thatsache sich aber um deswillen der Beobachtung entziehen, weil dieselben sehr schnell wieder umgebildet werden. Es wurde deshalb das Elektroskop aus dem Glasgefässe herausgenommen, durch den Deckel dieses ein sorgfältig isolierter Draht geführt, an welchem im Innern des Gefässes der Zerstreuungskörper in der Mitte des zur Erde abgeleiteten Blechcylinders aufgehängt war.

Durch den nach aussen führenden Draht konnte nun der Zerstreuungskörper entweder mit dem aussen aufgestellten Elektroskope oder mit dem einem Pole einer Elektrisiermaschine verbunden werden. Der Apparat wurde mit der Luft des Wasserstrahlgebläses gefüllt, das Elektroskop angelegt und die Zerstreuung für + und − Elektrizität gemessen. Hierauf wurde das Elektroskop abgeschaltet und der Zerstreuungskörper 15 Minuten lang auf −8000 Volt geladen, dann wieder das Elektroskop angelegt und wieder die Zerstreuung gemessen u. s. w.

Eine einzelne Messung der Zerstreuung dauerte 3—4 Minuten. Ich gebe im folgenden die Spannungsverluste in Volt auf 60 Minuten berechnet; die angeführte Zeit bezieht sich jeweils auf das Ende der fraglichen Zerstreuungsmessung. Also $9^h\ 10^m$ + 1114 soll heissen, dass um $9^h\ 10^m$ die Messung zu Ende war, bei welcher das + geladene Elektroskop einen Spannungsverlust von 1114 Volt (für 60 Minuten berechnet) ergeben hat.

$9^h\ 10^m$ $9^h\ 24^m$ $9^h\ 25^m$ bis $9^h\ 40^m$
+ 1114 − 1146 auf − 8000 Volt geladen

$9^h\ 44^m$	$9^h\ 47^m$	$9^h\ 51^m$	$9^h\ 55$	$9^h\ 58^m$	$10^h\ 1^m$
− 662	− 864	− 942	+ 1275	+ 1272	+ 1269

$10^h\ 3^m$ bis $10^h\ 18^m$ auf − 8000 Volt geladen

$10^h\ 20^m$	$10^h\ 23^m$	$10^h\ 26^m$	$10^h\ 29^m$	$10^h\ 33^m$	$10^h\ 37^m$
+ 2364	+ 1704	+ 1544	− 942	− 1000	− 1032

Der Apparat blieb eine Stunde lang ohne Ladung stehen, dann wurde genau der gleiche Versuch angestellt, nur wurde jetzt der Zerstreuungskörper auf + 8000 Volt geladen. Ich lasse die Zeitangaben der Einfachheit wegen fort.

+ 1158, − 1114, 15 Minuten auf + 8000 Volt geladen
+ 480, + 770, + 860, − 1266, − 1158, − 1120
15 Minuten auf + 8000 Volt geladen
− 2826, − 1868, − 1576, + 614, + 792, + 872

Die Versuche lassen deutlich erkennen, dass wenn der Zerstreuungskörper eine Zeitlang auf + 8000 Volt gehalten ist, die negativen Ionen in seiner Umgebung stark verbraucht sind, so dass nun bei einer Ladung desselben auf + 200 Volt in den ersten Minuten nur eine verhältnismässig geringe Zerstreuung, weniger als halb so viel wie vor der Ladung auf 8000 Volt, stattfindet. Bei einer Ladung auf − 200 Volt dagegen zeigt sich umgekehrt eine sehr starke Zerstreuung, die + Ionen sind angehäuft. Die Beobachtung

lehrt aber weiter, dass eine recht schnelle Regeneration der Ionen stattfindet. In drei Minuten steigt die Zerstreuung von + 480 auf + 770. Nach einer Stunde ist die Wirkung, welche durch das starke elektrische Feld hervorgebracht wurde, so gut wie vollständig beseitigt und die vorher beobachtete angenähert gleich grosse Leitfähigkeit für + und — Elektrizität wieder hergestellt.

5. Die Luft, welche durch die Wasserstrahlpumpe gegangen ist, ist also nicht einfach ionisiert wie die den X-Strahlen oder dem ultravioletten Lichte ausgesetzt gewesene Luft. Sie hat eine Veränderung erlitten oder einen Zusatz erhalten, der auf längere Zeit ihr die Fähigkeit verleiht, die Zahl der freien Ionen und damit ihre Leitfähigkeit auf konstanter bedeutender Höhe zu halten. Der nächstliegende Gedanke dürfte sein, anzunehmen, dass die Luft aus der wirksamen Flüssigkeit eine Emanation oder geringe Mengen einer radioaktiven Substanz mitreisst. Da Wasser die bei weitem stärkste Wirkung ausübt, vielleicht überhaupt die einzige wirksame Substanz ist, so liegt es nahe, zu versuchen, der Luft nach Möglichkeit alle Spuren des mitgeführten Wassers zu entziehen, um zu sehen, ob die fremde Substanz dann auch verschwindet. Auf dem Boden des Glasgefässes, in welchem sich das Elektroskop befindet, wurden drei Schalen mit $P_2 O_5$ und zwei mit Stücken von metallischem Na gestellt. In das mit trockener Luft gefüllte Gefäss wurde soviel Luft aus dem Wasserstrahlgebläse eingeblasen, dass das Hygrometer 29% zeigte und der Potentialabfall (für 60 Minuten berechnet) 795 Volt betrug. Es wurden nun die folgenden Ablesungen gemacht:

T	0,6	0,3	0,85	2,—	3,—	18,—
H	25	20	15	19,5	8,5	5
P	880	1030	1070	1330	1370	1240

Hierin bedeutet T die Zeit in Stunden, welche seit der Füllung des Gefässes verflossen ist, H die Ablesung am Hygrometer in %, P die Zerstreuung für 60 Minuten in Volt. Man sieht, dass das Hygrometer stark fällt, die Leitfähigkeit aber unabhängig hiervon wie immer zuerst steigt.

Man kann gegen diesen Versuch einwenden, dass wenn an dem mitgerissenen Wasser die radioaktive Substanz haftet, sie dann immerhin in dem Gefässe bleiben muss, wenn etwa die Feuchtigkeit von dem $P_2 O_5$ oder Na absorbiert wird. Deshalb wurde die Luft zuerst in einem anderen Gefässe getrocknet und dann ganz langsam herübergesaugt, endlich wurde ihr die Feuchtigkeit direkt beim

Einleiten in das Gefäss entzogen dadurch, dass man zu den schon erwähnten Trockenröhren noch ein 1 m langes Rohr einschaltete, das mit lose gestopfter Asbestwolle gefüllt war, die in P_2O_5 umgedreht und reichlich damit überschüttet war, und weiter noch ein 30 cm langes Rohr, das dicht mit kleinen Stücken von metallischem Na gefüllt war. Obgleich man mit diesen Mitteln der Luft ihren Feuchtigkeitsgehalt, wie er durch ein Hygrometer angezeigt wird, vollständig entziehen kann, war ein Einfluss auf die Leitfähigkeit nicht zu konstatieren.

Noch gründlicher kann man die Feuchtigkeit der Luft entziehen, indem man sie auf sehr tiefe Temperatur abkühlt. Es wurde deshalb ein Kupferrohr von 1,8 m Länge zu einem Schlangenrohr gebogen und in flüssige Luft getaucht. Die vom Gebläse gelieferte Luft strich Blase für Blase durch zwei Waschflaschen mit H_2SO_4, eine solche mit KOH durch ein 1,5 m langes Rohr mit Natronkalk, durch das lange Rohr mit P_2O_5, dann durch die Kupferspirale und das Watterohr in den Apparat.

Nachdem man eine Stunde lang die Luft durchgeleitet hatte, war keine die Versuchsfehler übersteigende Erhöhung der Leitfähigkeit im Apparate zu konstatieren, während ein Vorversuch gelehrt hatte, dass bei der gleichen Versuchsanordnung, nur mit dem einzigen Unterschiede, dass die Kupferspirale Zimmertemperatur hatte, nach 15 Minuten die Leitfähigkeit auf den 30 fachen Betrag gestiegen war.

Es fragte sich nun, war durch die tiefe Temperatur die Veränderung resp. der Zusatz, den die Luft beim Durchstreichen der Wasserstrahlpumpe erhalten hatte, und durch welche die abnorm hohe Leitfähigkeit der Luft hervorgebracht war, vernichtet, oder nur im Kupferrohre zurückgehalten, also sozusagen ausgefroren? Es zeigte sich zu meiner grossen Ueberraschung, dass das letztere der Fall war. Wurde nämlich das Kupferrohr, nachdem ein Versuch mit flüssiger Luft ausgeführt war, am einen Ende verschlossen, am anderen aber in Kommunikation mit dem Versuchsapparate gelassen, und liess man nun das Rohr sich ganz langsam erwärmen, indem man es Centimeter für Centimeter aus der flüssigen Luft herauszog, so taute der eingefrorene Inhalt der Röhre wieder auf und wurde von der durch die Erwärmung sich ausdehnenden Luft mit in das Versuchsgefäss hinübergeführt. Schon nach 15 Minuten war die Leitfähigkeit in dem Apparate auf das 10 fache gestiegen und stieg noch weiter. Wurde dagegen das Kupferrohr, ehe es aus

der flüssigen Luft genommen wurde, ganz von dem Versuchsapparate getrennt und auf Zimmertemperatur erwärmt, während gleichzeitig ein lebhafter Luftstrom hindurchgesaugt wurde, so war nach 15 Minuten an oder mit dem Kupferrohr auf keine Weise mehr etwas nachweisbar, das Einfluss auf die Leitfähigkeit der Luft gehabt hätte.

Um zu untersuchen, ob in dem Schlangenrohre eine sichtbare Substanzmenge ausfriert, habe ich das *Cu*-Rohr durch ein Glasrohr ersetzt. In einzelnen Versuchen glaube ich mit der Lupe an den Wandungen äusserst feine Eiskryställchen gesehen zu haben, doch war die Beobachtung sehr schwierig und deshalb nicht sicher. Dass es nicht abgeschiedene feste CO_2 war, habe ich durch Untersuchung des aufgefangenen Röhreninhaltes mit *KOH* festgestellt.

6. Die Herren ELSTER und GEITEL haben zur Erklärung der abnorm hohen Leitfähigkeit der Luft in Kellerräumen etc. eine mögliche Radioaktivität der Luft selbst herangezogen. Ich will auf die mannigfachen Versuche hier nicht näher eingehen, die ich angestellt habe, um in dem, was in dem Kupferrohre ausgefroren war, das radioaktive Agens zu finden. Sie haben alle ein negatives Resultat gehabt, sind aber um deswillen nicht beweiskräftig, weil man wird einwenden können, dass für die Hervorbringung der beobachteten Effekte ja nur ganz minimale Mengen erforderlich sind, und diese können sich der Wahrnehmung entzogen haben. Ich möchte aber darauf aufmerksam machen, dass die abnorm hohe Leitfähigkeit der Luft und die im Vorstehenden beschriebenen Erscheinungen in anderer und wie mir scheint, besonders einfacher Weise sich erklären lassen, nämlich durch die Annahme, dass das Wasser in ähnlicher Weise wie auf Säuren und Salze, so auch auf Gase eine stark ionisierende Wirkung auszuüben vermag. Man kann sich vorstellen, dass wenn ein Gas durch Wasser in Blasenform hindurchgepresst wird, einzelne Gasmoleküle in so innige Berührung mit dem Wasser kommen, dass sie gewissermassen darin gelöst werden, und sich mit einer, natürlich ganz minimalen Spur von Wasser so vereinigen, dass nachher ein in eine Wasserhülle gehülltes oder darin gelöstes Gasmolekül aus dem Wasser in die Luft tritt. Solche Moleküle würden nun, analog wie in Wasser befindliche Salzmoleküle, die Fähigkeit besitzen, ausserordentlich leicht zu dissoziieren, d. h. Ionen zu bilden, und auf diese Weise die Leitfähigkeit der Luft bedingen. Diese allerfeinsten mit den Luftmolekülen verbundenen Wasserteilchen dürfen natürlich nicht mit den weit beträchtlicheren Wassermengen verwechselt werden, die

etwa in den Nebelbläschen enthalten sind. Das geht ja schon daraus hervor, dass die letzteren von einigermassen dicht gestopfter Watte zurückgehalten werden, in ruhender Luft sich verhältnismässig schnell absetzen, erstere aber nicht.

Dass sich aus der Annahme, das Wasser besitze auch für die Gasmoleküle eine ionisierende Kraft, die vorstehend beschriebenen Versuchsresultate leicht erklären lassen, ist wohl einleuchtend. Je stärker der Druck ist, mit dem die Luft durch das Wasser hindurchgepresst wird, desto inniger, wird man annehmen dürfen, ist die Berührung und Durchmischung von Wasser und Luft, desto grösser dementsprechend die Anzahl der erzeugten leicht ionisierbaren Moleküle, desto grösser die Leitfähigkeit. In der Nähe eines hoch geladenen positiv elektrischen Körpers tritt ein starker Verbrauch, eine Erschöpfung der negativen Ionen ein, es bleibt der Raum angefüllt mit positiven Ionen, die einen dorthin gebrachten negativ geladenen Körper sehr schnell entladen. Ueberlässt man den Raum sich selbst, so sind nach kurzer Zeit schon sowohl positive als negative Ionen wieder in grosser Zahl vorhanden. Ob diese aus den angrenzenden Gebieten durch Diffusion dorthin gekommen sind, — dann müsste durch genügend langes Elektrisieren der Vorrat sich erschöpfen lassen — oder ob eine Regeneration der verbrauchten Ionen durch Ionenstoss etc. eintritt, müssen weitere Versuche erst entscheiden.

Dass die Luft ihre hohe Leitfähigkeit nicht verliert, wenn sie über P_2O_5 etc. geleitet wird, ist leicht verständlich, wenn man bedenkt, wie schwer es ist, der Luft die letzten Spuren gewöhnlicher Feuchtigkeit zu entziehen, dass es sich hier aber nach der oben skizzierten Vorstellung um minimale Mengen in feinster molekularer Verteilung handelt. Dass aber thatsächlich Wasser in der Luft an den Molekülen haftend vorhanden ist, dafür spricht, dass bei genügend tiefer Temperatur ein Erstarren und dann schnelles Zubodensinken stattfindet. Wird die Temperatur wieder erhöht, so fliegen die Luftwasserteilchen wieder davon und die Luft wird wieder leitend.

Nach dieser Vorstellung würde man sich auch die sog. natürliche Leitfähigkeit der Luft und besonders ihre Abhängigkeit von den meteorologischen Verhältnissen der Atmosphäre leicht erklären können. In der bewegten Luft bilden sich, wenn sie über feuchte Flächen, durch feuchtes Gebüsch etc. hinstreicht, je nach Umständen eine grössere oder geringere Anzahl leicht dissoziierbarer Moleküle.

Durch Ionenstoss, durch ultraviolettes Licht, durch Strahlen radioaktiver Substanzen[1] werden diese in Ionen gespalten, und wird dadurch die Leitfähigkeit der Luft hervorgerufen. Diese zeigt jedenfalls in mehrfacher Beziehung dasselbe Verhalten wie die durch Wasser hindurchgeblasene Luft. Stellt man mit der aus der freien Atmosphäre entnommenen Luft die S. 9 beschriebenen Versuche an, so erhält man Resultate, die den dort mitgeteilten vollkommen entsprechen.

Leitete ich atmosphärische Luft durch das in flüssiger Luft befindliche Kupferrohr, so beobachtete ich eine Abnahme der Leitfähigkeit um ein Drittel, ja um die Hälfte ihres Betrages. Der Luft auf diese Weise die Leitfähigkeit ganz zu entziehen, ist mir allerdings nicht gelungen. Ob dies daran liegt, dass die durch das Schlangenrohr streichende Luft bei dem Eintritt in den Versuchsapparat die dort befindliche Luft selbst bei längerem Durchleiten nicht vollständig verdrängt hat, oder ob die Leitfähigkeit der Luft zum Teil von Ionen herrührt, die nicht ausfrieren, vermag ich noch nicht zu entscheiden. Hat man längere Zeit (1—2 Stunden) atmosphärische Luft durch die Kühlschlange geleitet, und man lässt dann die auftauende Kupferspirale ihren Inhalt in den Versuchsapparat entleeren, so beobachtet man in diesem eine bedeutende Steigerung der Leitfähigkeit, also gerade so wie bei den entsprechenden Versuchen mit der Luft des Wasserstrahlgebläses. Möglichenfalls lässt sich die grosse Leitfähigkeit der aus der auftauenden Kupferröhre tretenden Luft auch so erklären, dass beim Abkühlen auf tiefe Temperatur die Luft thatsächlich ihre Leitfähigkeit vollständig verliert, — diese also nicht nur, wie oben angenommen, durch Ausfrieren sozusagen latent wird — und dass dann

[1] Ich glaube, dass ausser Radium, Polonium, Thorium etc. noch eine grosse Anzahl von Körpern radioaktiv sind, dass in dieser Beziehung zwischen Radium und Blei oder Zink z. B. ein ähnlicher, nur quantitativer Unterschied vorhanden ist, wie etwa hinsichtlich der magnetischen Eigenschaften ein solcher zwischen Eisen und Blei besteht. Ich glaube, bei meinen Versuchen deutliche Unterschiede in der Radioaktivität verschiedener Metalle beobachtet zu haben. Ich habe, um zunächst wenigstens einen orientierenden Versuch in dieser Richtung zu machen, zwei genau gleiche Gefässe aus Blei und aus Zink anfertigen lassen. Bei den meisten Versuchen ergab sich die Leitfähigkeit der Luft in dem Bleigefässe grösser als in dem Zinkgefässe, nie umgekehrt, nur einige Male in beiden Gefässen gleich. Die Versuchsanordnung mit dem Elektroskop scheint mir für diese Untersuchung nicht empfindlich genug. Ich gedenke, die Frage auf anderem Wege zu verfolgen.

beim Auftauen die ausströmende Luft durch Hinstreichen an in der Röhre gebildeten feinsten Eiskryställchen wieder leitend wird. Denn ich habe gefunden, dass Luft auch dann ihre Leitfähigkeit vergrössert, wenn sie durch fein zerteiltes Eis oder Schnee geleitet wird.

7. Durch die vorstehenden Versuche ist gezeigt worden, dass Luft beim Durchblasen durch Wasser, beim Durch- oder Vorbeistreichen an mit Wasser befeuchteten Flächen eine Vermehrung ihrer Leitfähigkeit erlangt, so dass diese unter günstigen Umständen auf das mehr als hundertfache ihres gewöhnlichen Betrages ansteigen kann.

Diese Leitfähigkeit hängt nicht ab von dem Feuchtigkeitsgehalte der Luft, wie er mit dem Hygrometer gemessen wird.

Die Leitfähigkeit verschwindet beim Abkühlen der Luft auf genügend tiefe Temperatur, erscheint aber wieder, sobald die Luft in dem Abkühlungsbehälter wieder erwärmt wird.

Die abnorm hohe Leitfähigkeit wird nicht zerstört beim Durchleiten durch ein elektrisches Feld.

Sie verschwindet, wenn die Luft in einem geschlossenen Behälter sich selbst überlassen bleibt, sehr langsam, erst nach mehreren Tagen, ja Wochen.

Ich glaube, dass die von Elster und Geitel beobachtete hohe Leitfähigkeit der Keller- und Bodenluft auf diese Weise entsteht. Ebenso glaube ich, dass zum mindesten ein Teil der stets in freier Luft vorhandenen Leitfähigkeit resp. deren Schwankungen auf die obige Erscheinung zurückzuführen sind, und dass die Ionisierung der Luft durch Wasser bei allen elektrischen Erscheinungen unserer Atmosphäre eine wesentliche Rolle spielt.

Die Hypothese, dass das Wasser nicht nur auf Säuren und Salze, sondern auch auf die Gase eine hohe dissoziierende Kraft auszuüben vermag, scheint mir geeignet, die beschriebenen Erscheinungen zu erklären.

Freiburg i. B., März 1903.

Beiträge zur Kenntnis der Fauna des unteren Lias in der Val Solda.

Geologisch-paläontologische Studien in den Comasker Alpen. I.

Von

A. Freiherr von Bistram.

Vorwort.

Als ich zum Zwecke der geologischen Kartierung das Gebiet, das sich nördlich vom Luganer See und der Senke von Porlezza zwischen Lugano und Menaggio erstreckt, untersuchte, fand ich unterhalb der Alpe Bolgia, an dem Wege, der von Castello nach dieser resp. dem Passe des Pian da Scagno (Paso Biscagno) führt, zwischen den Punkten, die auf dem italienischen Messtischblatte mit den Höhenzahlen 942 und 961 bezeichnet sind, schwarzgraue Kalke anstehend, auf denen ausgewitterte Fossilien (Pectines und Gastropoden) zu sehen waren. Dieselben Schichten fand ich auch südlich von der Alpe di Castello anstehend wieder. Etwas westlich vom erstgenannten Punkte, am unteren Ende des Zickzackweges, der von Punkt 961 zur Alpe Bolgia führt, fanden sich zahlreiche, scheinbar nicht verkieselte, schlecht erhaltene Ammoniten.

Bei dem Auflösen der mitgenommenen Handstücke in verdünnter Salzsäure zeigte sich eine sehr reiche Mikrofauna darin. So schlug ich denn, bei meiner Anwesenheit im folgenden Jahre, ein recht grosses Quantum Stücke am erstgenannten Fundorte, und brachte auch einiges Material von A. Castello mit, während leider eine grössere Anzahl Stücke von dieser Fundstelle, die ich dort ge-

lassen und die mir heruntergebracht werden sollten — sie enthielten hauptsächlich Schwämme —, verloren ging. Auch die Stücke aus dem Ammonitenhorizont, aus denen sich nichts mit Nadel und Meissel herauspräparieren liess, gaben in Säure aufgelöst ein recht gutes Resultat, und zeigten sich wenigstens die inneren Windungen der Ammoniten recht gut verkieselt.

Im ganzen werden wohl ca. $1^1/_2$ Zentner Gestein von mir ausgeätzt worden sein, wozu ca. 3 Zentner (= 2 Ballons) rohe Salzsäure verbraucht wurden. Ich gewann daraus eine sehr reiche und vielfach gut erhaltene Fauna von zum grössten Teile allerdings sehr kleinen Individuen.

Zum Zwecke der Untersuchung und Bestimmung der Fossilien habe ich dieselben, nachdem der Aetzrückstand ausgewaschen, durch Schlämmen vom Thone befreit und darauf getrocknet war, meist unter der Lupe, mit feiner Pincette oder angefeuchtetem Marderpinsel ausgelesen und einen grossen Teil der gut erhaltenen vergrössert photographiert. Ich benutzte hierzu das Seibertsche mikrophotographische Objektiv mit Irisblende von der nominellen Brennweite von $2^1/_2$" (= 64 mm), dessen wahre Brennweite auf den optischen Mittelpunkt bezogen aber nur ca. $4^1/_2$ cm ist. Es lassen sich auch körperliche Gebilde durch starkes Abblenden, nach erfolgter Einstellung mit voller Oeffnung, scharf mit diesem Objektive photographieren und auch zwecks geringerer Vergrösserung die Vorderlinse allein benutzen.

Es lag nahe, diese Photographien zu reproduzieren und dieser Arbeit als Abbildungen beizugeben, doch sah ich aus verschiedenen Gründen davon ab. Um die Details der Skulptur auf der Photographie hervortreten zu lassen, muss eine ziemlich einseitige Beleuchtung verwandt werden, und ist es dabei nicht möglich, die Details verschiedener Richtungen der Skulptur, also etwa sich kreuzender Kiele, gleich gut auf einer Photographie hervortreten zu lassen. Es müssten dazu schon drei Aufnahmen gegeben werden, von denen die eine mit Rücksicht auf die allgemeine Form und je eine für die Längs- und Querskulptur beleuchtet worden wäre. Nie aber wird eine solche Photographie dasselbe charakteristische Bild wie eine gute Zeichnung geben. Auch treten, besonders bei Vergrösserungen, kleine Fehler in der Schale und das Korn, das die sekundär an Stelle der früheren aus Kalk und Chitin bestehenden Schale getretene Kieselsäure zeigt, und das mit der Form und dem Aussehen der ursprünglichen Schale nichts zu thun hat, sehr störend hervor.

Ferner fehlt solchen photographischen Bildern, besonders noch in der Reproduktion, das reine Weiss der Lichter und das tiefe Schwarz in den Schatten, alles ist Grau in Grau.

Leider ist in neuerer Zeit dieses Verfahren der photographischen Wiedergabe öfters angewandt worden, wodurch ein Bestimmen von Fossilien nach diesen Abbildungen sehr erschwert, oft fast unmöglich wird. Ich halte eine solche Wiedergabe nur bei ganz ausserordentlich günstigen Erhaltungszuständen für angebracht, und auch da nur als Notbehelf, wenn ein brauchbarer Zeichner absolut nicht zu haben ist oder sich die Kosten für denselben nicht aufbringen lassen.

Der Zeichner kann noch durch Anwendung stärkerer Vergrösserung oder Betrachten der Stücke in verschiedenem Lichte und von allen Seiten Details sehen und auf die Zeichnung bringen, die bei der Photographie vollkommen verloren gehen. Ich übernehme es von vielen Fossilien, besonders Gastropoden, mit reicher Skulptur, durch verschiedene Beleuchtung photographische Bilder herzustellen, nach denen man aus demselben Individuum verschiedene Arten machen könnte.

So wurden denn die Photographien von mir nur benutzt, um mit Ersparung von Zeit und vor allem Schonung der Augen die vorläufigen Bestimmungen zu machen, die typischesten und zur Abbildung geeignetesten Exemplare auszusuchen, die Messungen vorzunehmen (es wurden nur bestimmte, am Apparat markierte und durch Einstellung eines Massstabes in ihrem Werte festgestellte Vergrösserungen benutzt); dann dienten sie dem Zeichner zur Grundlage, ihm das Abnehmen der Masse an den kleinen Objekten ersparend und das Berühren der meist sehr fragilen Stücke unnötig machend, so dass dieselben weniger gefährdet waren. Schliesslich erleichtern die Photographien die Kontrolle des Zeichners.

Was die Bearbeitung des Materials anbetrifft, so habe ich mich bemüht, möglichst alle Litteratur, die ja in Bezug auf die Fauna dieser Schichten nicht sehr gross ist, zu vergleichen und möglichst die mir vorliegenden Typen unter beschriebene Arten einzureihen, soweit es mit meinem paläontologischen Gewissen vereinbar war. Besonders bei den Gastropoden, wo man, sobald nur genügendes Material vorliegt — und dieses war für einzelne Arten bei mir der Fall — alle möglichen Variationen mit allen Uebergängen beobachten kann, überzeugt man sich bald, dass eine grosse Variabilität herrscht, wozu noch der verschiedene Erhaltungszustand kommt. Da es sich ferner nur um einen Horizont handelt und viele der Formen sowohl

aus den Planorbis- als aus den Angulatenschichten beschrieben werden, somit dieselben zu feineren Horizontausscheidungen nicht benutzt werden können, die Parallelisierung der Schichten verschiedener Lokalitäten ausserdem hierdurch viel mehr erleichtert wird, als wenn dieselben Arten unter verschiedenen Namen von den einzelnen Orten aufgeführt werden — wobei es kaum schadet, wenn zufällig zwei ganz nahe stehende nicht idente Arten miteinander vereinigt werden — so hielt ich es im Interesse der Sache, das Bild möglichst zu vereinfachen und mir ident scheinende Formen zu vereinigen. Anders ist es natürlich, sobald gewisse feine Unterschiede bei Fossilien als konstant in gewissen Horizonten konstatiert werden können; hier müssen die feinst möglichen Unterscheidungen gemacht werden.

Ich gebe von allen Fossilien, die etwa bei dem eben Besprochenen in Frage kommen, Abbildungen, bei verschiedenen vorhandenen Typen auch mehrere von derselben Art, ausserdem im Text die Angabe der meisten Citate, die mir vorgelegen haben, so dass der Leser meine Auffassung kontrollieren kann.

Die beschriebenen und abgebildeten Stücke, sowie überhaupt das ganze von mir gesammelte Material befinden sich in den Sammlungen des Freiburger Geologischen Institutes, in dem ich auch das Material bearbeitet habe. Hierbei habe ich mich der ausgiebigsten Förderung meiner Arbeit durch den Direktor des Institutes, Herrn Professor Steinmann, zu erfreuen gehabt, der mir in liberalster Weise die Bibliothek und Sammlungen des Institutes sowie seine Privatbibliothek zur Verfügung stellte, und mich durch sein reiches Wissen und grosse Litteraturkenntnis unterstützte. Ihm möchte ich daher an dieser Stelle meinen Dank aussprechen.

Freiburg i. Br., März 1903 v. B.
Geologisches Institut.

Verzeichnis der benutzten und citierten Litteratur*).

1824. **Sowerby,** Mineral Conchology (Deutsche Bearbeit. von Agassiz. Neuchatel 1837).

1825. **Defrance,** Mémoires d. M. de Caumont (Mem. soc. linnéenne du Calvados).

1830. **v. Zieten,** Versteinerungen Württembergs (Stuttgart).

*) Die gesperrt gedruckten Worte geben die Spitzmarke, unter der das betreffende Werk im Text der Arbeit citiert wird.

1836. **Roemer,** Versteinerungen des norddeutsch. Oolithgebirges (Hannover).
1837. **Koch** und **Dunker,** Beiträge z. Kenntnis d. norddeutschen Oolithgebirges (Braunschweig).
1838. **Leymerie,** Partie inférieure du syst. secondaire du dép. du Rhône (Mem. soc. geol. Fr. ser. I t. III).
1839. **Goldfuss,** Petrefacta Germaniae (Düsseldorf 1826—44).
1841. **Graf Münster,** Beiträge zur Geognosie und Petrefaktenkunde d. südl. Tirols, vorz. St. Cassians (Beiträge z. Petrefaktenk. von WISSMANN und GRAF MÜNSTER, Heft IV).
1842. **d'Orbigny,** Paléontologie Française. Terrains jurassiques (Paris).
1843. **v. Klipstein,** Beiträge z. Kenntn. d. östlichen Alpen (Giessen).
— **Quenstedt,** Das Flötzgebirge Württembergs. 1. Aufl. (Tübingen, 2. Aufl. 1851).
1845. **Agassiz,** Monographie des Mues (Etudes crit. s. l. Mollusques fossiles. Neuchatel).
1846—48. **Dunker,** Ueber i. d. Lias bei Halberstadt vorkommende Versteinerungen (Palaeontographica I).
1847. **Agassiz** und **Desor,** Catalogue raisonné des Echinodermes (Ann. sc. nat. VI, VII, VIII Paris).
— **d'Archiac,** Fossiles du groupe nummulitique (Mem. soc. geol. Fr. ser. II t. III).
1850—54. Milne **Edwards** und **Haime,** A Monograph of the British fossil corals (London, Palaeontographical society).
1859. **King,** Permian Fossils (London, Palaeontographical society).
— **d'Orbigny,** Prodrome de Paléontologie (Paris).
1851 u. 58. **Chapuis** und **Dewalque,** Memoire s. l. terr. sec. de Luxembourg. (Mems. Acad. roy. de Belgique tome XXV u. XXXIII).
1851. **Schafhäutl,** Neue Petrefakten des Südbayernschen Vorgebirges (Neues Jahrb. 1851, S. 407 ff.).
1852. **Quenstedt,** Handbuch d. Petrefaktenkunde (1. Aufl. Tübingen, 2. Aufl. Tübingen 1867, 3. Aufl. Tübingen 1885).
1853. **Emmerich,** Geognostische Beobachtungen a. d. östl. bayerischen Alpen (Jahrb. k. k. geol. R.-A. Bd. IV).
— **Escher v. d. Linth,** Das nördl. Vorarlberg u. einige angrenzende Gegenden.
— **Hauer,** Ueber Gliederung des Trias, Lias u. Juragebilde i. d. nordöstl. Alpen (Jahrb. k. k. geol. R.-A. Bd. IV S. 715).
1855. **Terquem,** Paléont. de l'ét. inf. du lias de Luxembourg et de Hettange (Mems. soc. geol. Fr. ser. II t. V).
1856—58. **Oppel,** Die Juraformation Englands, Frankreichs u. d. südwestl. Deutschlands (Württemberg. naturwissenschaftl. Jahreshefte Jahrg. XII—XIV).
1856. **Oppel** und **Suess,** Aequivalente d. Kössener Schichten in Schwaben (Sitzungsber. d. k. Akademie Bd. XXI, Wien).
— **Piette,** Grès d'Aiglemont et de Rimogne (Bull. soc. geol. Fr. ser. II t. XIII).

1858. **Desor,** Synopsis des echinides fossiles (Paris et Wiesbade).
— **Rolle,** An der Grenze von Keuper u. Lias in Schwaben auftretende Versteinerungen (Sitzungsb. d. k. Akademie d. Wiss. mathem.-naturw. Kl. Wien Bd. XXVI).
— **Quenstedt,** Der Jura (Tübingen).
1859. **Martin,** Notice paléont. et strat. sur le lias infér. de la Côte d'Or et de l'Yonne etc. (Congrès scientifique de Fr., XXV session, Auxerre 1858).
— **Martin,** Paléontologie stratigr. de l'infralias du dép. de la Côte d'Or (Mems. soc. geol. Fr. ser. II t. VII 1859—62).
— **Winkler,** Die Schichten der Avicula Contorta (München).
1860—65. **Stoppani,** Couches à Avicula Contorta en Lombardie (Paléontologie Lombarde ser. III).
1861. **Gümbel,** Geognostische Beschreib. des bayerischen Alpengebirges u. seiner Vorländer (Gotha 1858—61).
— **Oppel,** Brachiopoden des unteren Lias (Zeitschr. D. G. G. Bd. XIII S. 529ff.).
— **Stolitzka,** Gastropoden u. Acephalen d. Hierlatzschichten (Jahrb. k. k. Akad. d. Wiss. mathem.-naturw. Kl. Bd. XLIII).
1862 **Capellini,** Studji stratigr. paleontol. sull Infralias del Golfo di Spezia (Bologna).
— **Terquem** und **Piette,** Lias inférieur de la Meurthe, Moselle etc. (Bull. soc. geol. Fr. ser. II t. XIX p. 322ff.).
— **Oppel,** Palaeontolog. Mitteilungen I.
1863. **Schafhäutl,** Südbayerns Lethaea geognostica (Leipzig).
1864. **v. Dittmar,** Die Contorta-Zone (München).
1864—69. **Dumortier,** Dépots jurassiques du Bassin du Rhône. Bd. I: Infralias, Bd. II: Lias inférieur, Bd. III: Lias moyen.
1864. **Laube,** Die Münsterschen Arten v. St. Cassian (Jahrb. k. k. R.-A. Bd. XIV p. 402ff.).
1865—68. **Laube,** Die Fauna d. Schichten von St. Cassian (Wiener Akad. d. Wiss. mathem.-naturw. Kl.).
1865. **Martin,** Zone à Avicula Contorta ou étage rhaetien (Paris).
— **Schloenbach,** Beiträge z. Palaeont. d. Jura- und Kreideform. i. nordw. Deutschland (Palaeontograph. Bd. XIII).
— **Terquem** und **Piette,** Lias inférieur de l'est de la France (Mems. soc. geol. Fr. ser. II t. III).
1866. **Capellini,** Fossili infral. del. Golfo della Spezia (Mem. Acad. sc. di Bologna ser. II vol. V).
1866—72. **Duncan,** A Monograph of the British fossil corals (London, Palaeontographical society ser. II).
1867. **Moore,** Secondary Dep. of Somersetshire etc. (Quart. Journ. vol. XXIII).
1871. **Brauns,** Der untere Jura im nordw. Deutschland (Braunschweig).
1874. **Brauns,** Der obere Jura im nordw. Deutschland (Braunschweig).
1876. **Tate** und **Blake,** The Yorkshire Lias (London).
1877—78. **Zittel,** Studien über fossile Spongien (Abhandl. k. bayr. Akad. der Wiss. II. Kl. Bd. XIII Abt. I).

1877. **Zittel,** Beiträge zur Systematik d. fossilen Spongien (Neues Jahrb. S. 337ff.).
1878. **v. Ammon,** Die Gastropoden des Hauptdolomites u. d. Plattenkalkes d. Alpen (Zoolog.-mineral. Verein zu Regensburg).
— **Neumayr,** Unvermittelt auftretende Cephalopodentypen i. Jura Mitteleuropas (Jahrb. k. k. geol. R.-A. Bd. XXVIII).
1879. **Neumayr,** Zur Kenntnis d. untersten Lias i. d. Nordalpen (Abhandl. k. k. geol. R.-A. Bd. VII fasc. V).
— **Reynès,** Monographie des Ammonites. Lias. Atlas (Marseille).
1881. **Wright,** Monograph on the Lias Ammonites (The Palaeontographical society, London 1878—86).
1882. **Canavari,** Fauna des unter. Lias von Spezia (Palaeontograph. XXIX).
— **Roeder,** Zweischaler des terrain à chailles von Pfirt. (Dr.-Diss.).
1883. **Neumayr,** Zur Morphologie des Bivalvenschlosses (Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Bd. LXXXVIII, Wien).
1883—85. **Quenstedt,** Die Ammoniten des schwäbischen Jura. Bd. I: Der schwarze Jura (Stuttgart).
1884. **Hall,** Lamellibranchiata I Monomyaria (Geolog. Survey of N.-Y. Palaeontology).
1884—98. **Wähner,** Beitr. z. Kenntn. d. tief. Zonen d. unter. Lias i. d. nordöstl. Alpen (Beiträge z. Palaeontol. Oesterreich-Ungarns) Teil I (II. Bd.), II (III. Bd.), III (IV. Bd.), IV (V. Bd.), V (VI. Bd.), VI (VIII. Bd.), VII (IX. Bd.), VIII (XI. Bd.).
1886. **de Koninck,** Calcaire carbonifère de Belgique (Ann. Musée roy. t. XI).
— **Pocta,** Ueber einige Spongien a. d. Dogger d. Fünfkirchner-Gebirges (Mitt. k. Ung. G. A. Bd. VIII).
— **Wähner,** Zur heterop. Differenzierung d. alpin. Lias (Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. S. 168ff., 190ff.).
— **Winkler,** Ueber d. unter. Lias i. d. bairischen Alpen (Neues Jahrb. Bd. II).
1887—96. **Hudleston,** British Jurassic Gastropoda (Monograph of the Infer. Oolite Gastropoda Part. I, London).
1887. **Andreae,** Die Glossophoren d. terrain à chailles der Pfirt. (Abhandl. z. geol. Sp.-K. v. Elsass-Lothringen Bd. IV).
1888. **Canavari,** Fauna del Lias infer. di Spezia (Mem. del R. Com. Geol. d'Italia vol. III).
— **Hinde,** The fossil sponges of the British Museum (London).
— **Schlippe,** Fauna d. Bathonien im oberrhein. Tieflande (Abhandl. z. geol. Karte v. Elsass-Lothringen Bd. IV K. IV).
1889. **Koken,** Entwickelung d. Gastropoden vom Cabrium bis z. Trias (Neues Jahrb. Beilagebd. VI).
— **v. Wöhrmann,** Fauna d. sog. Cardita- u. Raibler Schichten Nordtirols (Jahrb. k. k. geol. R.-A. Bd. XXXIX).
— **Parona,** Note paleontol. sul Lias inf. nelle Prealpi lombarde (Rend. R. Ist. Lombard. vol. XXI).
1890. **Jackson,** Phylogeny of the Pelecypoda (Boston soc. of nat. hist.).

1890. **Frech,** Die Korallenfauna d. Trias I. Korallen der juvavischen Triasprovinz (Palaeontographica XXXVII).

1891. **Frech,** Die devonischen Aviculiden Deutschlands (Abhandl. z. geol. Sp.-K. von Preussen etc. Bd. IX).

— **Kittl,** Gastropoden v. St. Cassian d. südalpinen Trias (Ann. k. k. naturhist. Hofmuseums Bd. VI).

— **Neumayr,** Morpholog. Einteilung d. Bivalven (Denkschr. d. mathem.-naturw. Kl. d. k. Akad. d. Wiss. Wien, Bd. LVIII).

1892. **Fox-Strangways,** The Jurassic Rocks of Britain (London) vol. I u. II, Yorkshire.

— **v. Ammon,** Gastropodenfauna d. Hochfellenkalkes und Gastropodenreste v. Adnet, Mte. Nota u. Raibler-Schichten (Geognost. Jahresheft. Jahrg. V).

1893. **Böse,** Fauna d. lias. Brachiopodensch. bei Hindelang (Jahrb. k. k. R.-A. Bd. XLII).

— **Greppin,** Mollusques des Couches coralligènes d'Oberbuchsiten (Mem. soc. paléont. Suisse t. XX).

— **Pompecky,** Revision d. Ammoniten des schwäb. Jura (Stuttgart).

— **Rauff,** Palaeospongiologie (Palaeontographica Bd. XI).

1895. **Bittner,** Lamellibranchiaten der alpinen Trias (Abhandl. k. k. geol. R.-A. Bd. XVIII).

— **Boehm,** Gastropoden des Marmolatakalkes (Palaeontographica Bd. XLII).

— **Cossmann,** Etudes s. l. Gastropodes des terrains jurass. (Mem. soc. geol. Fr. Paléontologie t. V u. VI).

1896. **Koken,** Gastropoden der Trias um Hallstatt (Jahrb. k. k. R.-A. Bd. XLVI).

— **Ogilvie,** Study of Madreporian Types of Corals (Ph. Transact. Royal soc. of London, vol. CLXXXVII).

1896—97. **Ogilvie,** Korallen der Stramberger Schichten (Palaeontographica Suppl. II Abt. VII).

1897. **Philippi,** Revision d. unterlias. Lamellibranchiaten v. Kanonenberge b. Halberstadt (Zeitschr. D. G. G.).

1898. **Bittner,** Palaeontol. triad. Ablagerungen centralasiat. Hochgebirge (Jahrb. k. k. geol. R.-A. Bd. XLVIII).

1898—1900. **Philippi,** Beiträge z. Morphologie u. Phylogenie der Lamellibranchiaten (Zeitschr. D. G. G. I. u. II. Pectiniden, III. Lima).

1899. **Bittner,** Triasablagerungen d. Süd-Ussurigebietes (Mem. com. geol. Petersbourg Bd. VII, 4).

— **Kittl,** Die Gastropoden der Esinokalke etc. (Ann. k. k. naturhist. Hofmuseum Bd. XIX).

— **Philippi,** Das Schloss v. Pterinaea retroflexa, Wahlenb. (Zeitschr. D. G. G. S. 181).

1900. **Bittner,** Ueber Pseudomonotis Telleri etc. (Jahrb. k. k. geol. R.-A. Bd. L S. 559 ff.).

1901. **v. Bistram,** Ueber geol. Aufn. zw. Luganer u. Comer See (Briefl. Mitteilung i. Centralblatt f. Min. S. 737).

1901. **Bittner,** Lamellibranchiaten a. d. Trias d. Bakonyer Waldes (Budapest).
— **Oppenheim,** Die Priabonaschichten u. ihre Fauna (Palaeontographica Bd. XLVII).
— **Waagen,** Der Formenkreis des Oxytoma inaequivalve (Jahrb. k. k. R.-A. Bd. LI).
1902. **Chartron** und **Cossmann,** Note sur l'infralias de la Vendée (Bull. soc. geol. Fr. ser. IV t. II).
— **Frech,** Ueber Gervilleia (Briefl. Mitteilung i. Centralblatt f. Min. S. 609 ff.).
— **Reis,** Das Ligament d. Bivalven (Jahrb. d. Ver. f. Naturk. Württembergs Bd. LVIII).
— **Repossi,** Osservazioni stratigr. sulla Val d'Intelvi, la Val Solda etc. (Atti soc. Ital. sc. naturali vol. XLI).
1903. **Wähner,** Das Sonnwendgebirge im Unterinntale (Leipzig und Wien).
— **Schrammen,** Zur Systematik der Kieselspongien (Mitt. Roemer-Museum, Hildesheim).

Stratigraphie.

Die stratigraphische Stellung der Schichten, aus denen die in Folgendem beschriebenen Fossilien stammen, lässt sich nur einigermassen an den Fundstellen unterhalb der Alpe Bolgia beobachten, während die Liasschichten von Alpe Castello einen kleinen Relict in einem Gebiete sehr starker Störungen darstellt.

Zu ersterem Punkte vom Dorfe Castello kommend, führt der Pfad auf steilgestellten Dolomiten des oberen Rhät (*Conchodondolomit* STOPPANIS). Die klotzigen Dolomiten zeigen nach oben hin bessere Schichtung, der Magnesiagehalt nimmt ab und es tritt ein Wechsel von dolomitischen und kalkigen Bänken ein. Ueber diesen liegen dann die dunklen, gut gebankten Kalke mit glatten Schichtflächen, aus denen der grösste Teil der Fauna mit Ausnahme der Cephalopoden stammt. Es sind hier einige übereinanderliegende Bänke aufgeschlossen, die alle die gleiche Fossilführung zeigen. Wie mächtig der ganze fossilführende Complex ist, lässt sich mangels weiterer Aufschlüsse nicht feststellen. Der offenbar nur geringe Mächtigkeit aufweisende Ammonitenhorizont liegt etwas weiter nach Westen, infolge einiger Lagestörungen lässt sich seine Lage zu den Bänken des ersten Fundpunktes nicht genau ermitteln, doch dürfte er jedenfalls etwas höhere Schichten repräsentieren. Auch hier enthält der Kalk ausser den Ammoniten dieselben Faunenelemente, doch scheinbar in geringerer Menge. Bei Alpe Castello habe ich nur dem unteren Horizonte entsprechende Schichten

gefunden, hier dürfte der fossilführende Complex eine Mächtigkeit von mindestens 50 Metern haben. Ich zähle diese Schichten, wie ich es weiter unten beweisen werde, alle zur untersten Etage des Lias *α (unteres Hettangien)*, den *Planorbisschichten*. Die Mächtigkeit kann nicht weiter überraschen, wenn wir bedenken, dass nach Beobachtungen an anderen Stellen des Gebietes, besonders den Funden bei Alpe Loggio oberhalb Osteno am gegenüberliegenden Seeufer[1], die Mächtigkeit des unteren Lias bis zu den Arietenkalken mindestens 500 Meter beträgt.

Unterhalb Alpe Bolgia lässt sich beobachten, dass der Rhätische Dolomit durchaus concordant von den Liaskalken überlagert wird, so dass hier eine Fortdauer der Meeresbedeckung ohne Lücke sicher behauptet werden kann. Nur haben sich offenbar die Verhältnisse geändert, ohne dass das Meer sich dabei merklich vertieft hat[2], eine facielle Aenderung ist allmählig eingetreten, an Stelle der Algen und Korallen der Dolomitriffe ist eine mächtige Entwicklung der Kieselschwämme getreten. Denn massenhaft finden sich, einen grossen Teil der noch organische Formen zeigenden kieseligen Aetzrückstände bildend, Schwammelemente monactinellider, tretractinellider und hexactinellider Form, die wohl zum grössten Teile neben Radiolarien und Foraminiferen die Kieselsäure für die Verkieselung der ursprünglichen Kalkschalen geliefert haben. Es finden sich sehr viel kugelige und gestielte Gebilde, die jedenfalls Schwämme darstellen, deren Struktur aber infolge zu weit fortgeschrittener Verkieselung nicht zu beobachten ist. Der Kieselgehalt nimmt in den hangenden Schichten bedeutend zu, es bilden sich Kieselknollen und ganze Kiesellagen. Damit verschwinden alle Reste einer höher stehenden Fauna. Dabei lässt sich, besonders gut an den hornsteingebänderten Kalken des Steilabsturzes des Monte Bolgia südlich der Alpe Bolla (Schweiz) beobachten, wie in den mehr kalkigen Lagen noch ziemlich in ihrer ursprünglichen Form enthaltene Kieselnadeln einen grossen Teil des Gesteins ausmachen, dann in anderen Lagen sich aussen an die Nadeln Kieselsäure angesetzt hat und sie verkittet, während die Kanäle sich sehr erweitert haben, bis in den noch stärker kieseligen Lagen das ganze Gestein von Kieselsäure durchsetzt ist, während die primäre Kieselsäure der Schwammnadeln weggeführt ist und

[1] Parona, Note paleontologiche sul Lias inf. nelle Prealpi lombarde 1889.

[2] Da ja wohl beide Ablagerungen, die des Dolomites und die des Lias, in unserem Gebiete ihrer lithologischen Ausbildung nach der Flachsee angehören.

durch Kalk ersetzt, so dass nach Aetzen solcher Stücke oder nachdem die athmosphärischen Niederschläge den Kalk ausgelaugt haben, in dem leichten, tuffartigen Gestein, welches zurückbleibt, sich Schwammnadeln als Hohlräume („Negative") erkennen lassen.

In den ursprünglich kieseligen Elementen unserer Planorbisschichten, den Schwammnadeln, Foraminiferen, Radiolarien, ist die Kieselsäure umgelagert und subkristallin geworden und lässt keinerlei Struktur erkennen.

Interessant ist der Vergleich unserer Planorbisschichten mit der Ausbildung, wie sie an den anderen Fundorten der gleichen Fauna beschrieben wird.

Faciell am nächsten dürften die Ablagerungen am Golfe von Spezia stehen, wo, wie Capellini bemerkt, die Fossilien, auch, wenigstens zum Teil, verkieselt sind. Wenn er auch Spongiennadeln oder sonst Kieseltiere nicht erwähnt, so muss doch wohl angenommen werden, dass solche in den Ablagerungen vielfach vorhanden gewesen sein müssen und vielleicht noch sind, da sonst die Verkieselung der Schalen nicht zu erklären wäre. Er scheint übrigens die Horizonte des Rhät und des untersten Lias nicht genau auseinandergehalten zu haben, so dass wir nicht nur Lias-, sondern auch Rhätfossilien finden, so *Cardita austriaca* und *Avicula contorta* z. B., abgesehen von den *Bactryllien*, denen er einen besonderen, tieferen Horizont anweist.

Es fällt auf, wenn man die von ihm mit der von Canavari[1] beschriebenen Fauna vergleicht, wie dieselbe gewechselt und sich in ihrem Charakter so vollständig verändert hat. Canavaris Fauna, die aus etwas höheren Schichten stammt und typisch die Angulatenschichten repräsentiert, ist reich an *Angulaten* und *Phylloceraten*, verhältnismässig arm an anderen Fossilien, und finden sich darin dieselben meist in Schwefelkies verwandelt oder mit solchem angefüllt.

Capellini giebt in einer früheren Arbeit[2] von der Westkette des Golfes, zu der die in der Arbeit erwähnten Fundpunkte gehören, folgendes Profil:

1. Thonige Macigno.
2. Galestro-Schiefer, rot und grün.
3. Albarese-Sandstein, ähnlich der Majolika.
4. Bunte Schiefer, vielleicht dem oberen Jura der Pizaner Berge analog.
5. Harter, dichter, grünlicher Schiefer—Novaculit.

---

[1] 1882 und 1888. Canavari, Spezia.

[2] 1862. Studj stratigr. paleont. sull' Infralias nelle montagne del golfo di Spezia. Bologna.

6. Schiefer mit Posid. Bronnii.
7. Roter Ammonitenkalk.
8. Fahle Schiefer und grauer Kalk mit Ammoniten und sonstigen von Eisenerz durchdrungenen Petrefakten.
9. Schwärzliche Kalkschiefer mit Belemniten.
10. Dolomit, abwechselnd mit Schichten geringeren Magnesiagehaltes = oberer Dolomit der Lombardischen Geologen, mächtig entwickelt.
11. Marmor—Marnoportoro. Ihm folgt eine kurze Wiederholung von No. 10.
12. Schwarzer, fossilführender Kalk. An mehreren Orten (Coregna, Castellana, Muzerone und auf den Inseln Palmaria, Tino und Tinetto) liegen No. 10 und 12 in verkehrter Ordnung, während sonst die schwarzen Kalke tiefer anstehen.
13. Schiefer mit Bactryllium oder Myacites Faba und Plicatula Mortilleti.

Ganz klar erscheint das Profil nicht. Jedenfalls entspricht die Schicht No. 8 den Angulatenschichten Canavaris und haben wir in No. 12 die Planorbisschichten zu suchen. Es erscheint wahrscheinlich, dass die von ihm als verkehrt angegebene Lage von No. 10 und No. 12, die sich an einigen Orten finden soll, die normale ist, dann hätten wir No. 13 als *Contorta*-(Kössener)-*Schichten*, 10 und 11 als *Conchodondolomit* (oberen Dachsteinkalk), 12 als *Planorbisschichten* und 8 (+ 9?) als *Angulatenschichten* zu deuten.

Der unglückliche Versuch Stoppanis, Rhätschichten (einmal schon die schwarzen Mergel von Azzarola, dann nur den Conchodondolomit) auf Grund der *Plicatula intustriata* mit dem *Hettangien* zu parallelisieren, hat leider hier, wie auch sonst auf die älteren italienischen Geologen, verhängnisvoll eingewirkt und eine richtige Erkenntnis der Schichtenfolge verhindert, so dass auch Capellini sich nicht der Wichtigkeit bewusst worden ist, die es gehabt hätte, den Horizont der *Avicula contorta* von den *Planorbisschichten* zu trennen. So lässt auch Canavari den Lias von Spezia mit den Angulatenschichten beginnen und rechnet die älteren Schichten offenbar zum Rhät.

In der Vendée findet sich eine *Gastropoden-* und *Pelecypoden-*Fauna, von der nur die Gastropoden von Cossmann bearbeitet worden sind, während Chartron die stratigraphische Uebersicht giebt[1]. Die beschriebene Fauna lässt wohl keinen Zweifel darüber, dass wir es mit *Hettangien* hier zu thun haben. Wir finden hier nach Chartron über alten sericitischen Schiefern transgredierend eine ca. 1 Meter starke Kalkbank, die unten aus oolithischen, oben braunen,

[1] 1902. Chartron und Cossmann, Vendée.

stellenweise blauen Kalken besteht. Letztere enthalten taschenartige Linsen von dunkelgefärbtem Quarzsande, aus denen die Fauna, die vor allem aus *Gastropoden* und *Pelecypoden*, auch aus *Brachiopoden*, *Echiniden*, *Korallen* und Bruchstücken von *Krebstieren* besteht, stammt. Die Fossilien sollen verhältnismässig gut erhalten sein, indem die Schale durch den umgebenden Sand metamorphosiert sein soll. Ich kann dieses nur so verstehen, dass die Schalen verkieselt sind, und der Verfasser diese Verkieselung der Einwirkung des Quarzsandes zuschreibt. *Cephalopoden* fehlen, was nicht zu verwundern ist, da wir es mit einer reinen Littoralfauna hier zu thun haben. Ueber dieser Schicht finden sich zwei Oolithbänke, die wohl das *Sinemurien* und *untere Liasien* darstellen, da die darüberliegende Bank *Gryphaea cymbium* führt.

Eine Fauna, die sich vor allem durch das so reichliche Vorkommen kleiner *Gastropoden* und dann auch *Zweischaler* auszeichnet, während *Cephalopoden* selten sind, findet sich im Rhônebecken und der Côte d'Or sowie in Luxemburg und den angrenzenden Teilen von Belgien, Lothringen und Frankreich, wo die Schichten des unteren Lias vorwiegend aus Sandsteinen und Mergeln bestehen, wozu nur untergeordnet Kalke kommen. Wir haben es hier mit Ablagerungen in seichten Buchten, die sich bei der Transgression des Liasmeeres bildeten, zu thun. Die Ablagerungen des Yorkshire zeigen denselben Charakter.

Aber auch in Westdeutschland, wo die Bedingungen etwas andere waren, die Sande fehlen und Thone und Kalke die Sedimente bilden, auch die reichlicher sich findenden *Cephalopoden* auf ein etwas tieferes, wenn auch noch flaches Meer schliessen lassen, finden sich u. a. dieselben kleinen *Gastropoden*, nur natürlich in schlechterer Erhaltung und wegen Vorherrschens anderer Fossilien weniger beachtet; — so finden wir solche von der Umgegend von Halberstadt schon von DUNKER[1] beschrieben, und können auch bei QUENSTEDT[2] aus dem Malmsteine *(Angulatenschichten)* des schwäb. Jura verschiedene unserer Formen mit seinen allerdings kaum ausreichenden Abbildungen der Mikrofauna identifizieren. Die schwäbische Facies finden wir auch im Jura und den Westalpen. Wo wir dagegen die dolomitische Ausbildung der Sedimente noch aus der Trias in den Lias sich fortsetzend finden, wie im Languedoc, den See-

[1] 1846. DUNKER, Halberstadt.
[2] 1858. QUENSTEDT, Jura.

alpen der Provence, dem südwestlichen Frankreich und Spanien, können wir natürlich nicht auf ein faunistische Ausbeute rechnen.

Vielfach scheint der Dachsteinkalk der Ostalpen ausser dem Rhät auch die Schichten des Lias α zu enthalten, und so sind auch hier diese Schichten lithologisch nicht zu trennen[1].

Wo dagegen der untere Lias in den Ostalpen eine reiche Ammonitenfauna enthält, während Gastropoden fast ganz zu fehlen scheinen, gehört er offenbar einer Gegend tieferen Meeres an.

Martin[2] bezweifelt, ob die Schichten bei Halberstadt, aus denen Dunker seine Fossilien beschreibt, nur dem unteren Lias angehören oder nicht auch noch Teile des Rhät repräsentieren, und macht ferner auf die Vermengung der Formen beider Horizonte bei Capellini, Spezia, aufmerksam. Für ersteren Punkt scheint mir der Zurechnung der Schichten zum unteren Lias *(Hettangien)* allein nichts im Wege zu stehen, während, wie ich schon bemerkte, Capellini von Spezia Formen aus beiden Horizonten beschreibt. Hier scheinen allerdings die *Contortaschichten* von den *Planorbisschichten* schwer zu trennen zu sein, während die Trennung dieser letzteren Schichten vom *Angulatenhorizont* gut durchführbar ist.

Auch in der Gegend des Luganer Sees dürfte es nicht überall leicht sein, die genaue Grenze zwischen Rhät und Lias zu ziehen, da, wie ich an manchen Punkten beobachtet habe, bald die Verkieselung schon im oberen Rhät eintritt, und sich z. B. verkieselte *Lithodendren* in Schichten, die ich zum Rhät rechne, finden, anderseits aber Bänke, die ich wegen der vielen Hornsteinlinsen und Bänder für liasisch halte, noch dolomitisch zu sein scheinen.

Wo wie in Frankreich, Luxemburg, Westdeutschland und England der Lias aufgeschlossen ist an Stellen deutlicher Transgression und der Rhät fehlt, oder als *bone-bed* sich findet, lässt sich natürlich der Trennungsstrich zwischen Trias und Lias leicht machen.

Bei Vergleich unserer Fossilliste mit denen der anderen oben erwähnten Gebiete fällt es auf, dass ein Teil der von mir aus den *Planorbisschichten* beschriebenen Fossilien, besonders *Gastropoden*, dort in höheren Horizonten vorkommt und in den *Planorbisschichten* fehlt. Einesteils beweist dieses, dass diese Fossilien eine grössere

[1] Vgl. 1903. Wähner, Sonnwendgebirge.

[2] 1865. Martin, Étage rhaetien.

vertikale Verbreitung besitzen, sich daher zu einer genaueren Horizontausscheidung nicht eignen; anderenteils aber erklärt sich das Fehlen in den unteren Schichten daher, dass aus denselben überhaupt meist nur eine viel dürftigere Fauna, als aus den Angulatenschichten bekannt ist. Es waren jedenfalls dort zu der Zeit der Ablagerung der *Planorbisschichten* die Verhältnisse für die Entwicklung einer Fauna viel ungünstiger, da wir es wohl mit einzelnen Buchten und flachen Aestuarien zu thun haben, die sich bei Transgression des Liasmeeres bildeten, während wir in der Val Solda eine ruhige offene Flachsee auf ähnliche Verhältnisse im Rhät folgen sehen. Den faciellen Wechsel von Dolomit und kieseligem Kalk, also einerseits reichen Gedeihens von Algen und Korallen, anderseits üppiger Schwammansiedelung, können wir uns wohl dadurch zu erklären versuchen, dass, durch die an so vielen Stellen zu beobachtende Transgression des Liasmeeres, sich die Strom- und damit zusammenhängend die Temperatur-Verhältnisse und Ernährungsbedingungen der Organismen im Meere verändert haben.

Dass wir es in der Val Solda nur mit Planorbisschichten zu thun haben, beweisen die *Ammoniten*. Vor allem finden wir die nur mit wenigen Falten geschmückten *Planorben* und den evoluten *Aeg. Johnstoni*, dann die niedrigmündigen, involuten *Angulaten*, die jedoch weniger häufig zu sein scheinen und *Aeg. tenerum*, alles Formen der *Planorbisschichten*. Auch spricht die grosse Mächtigkeit (mindestens 500 Meter) der unteren Liasschichten bis zu den *Arietenkalken* dafür, dass in dem beschränkten Horizonte nur der unterste Lias vertreten sein kann.

Bei der Art der Erhaltung der Fossilien durch Verkieselung ist es natürlich, dass die Lobenlinien der Ammoniten nicht erhalten sind. Mehrfach fand es sich, dass die Ammoniten, besonders ihre äusseren Umgänge, auf beiden Seiten verschiedene Erhaltung zeigen, so, dass die Schale der unteren Seite gut durch Verkieselung erhalten ist, während die Seite, die in der Schicht nach oben lag, nur schlechte Erhaltung zeigte und sich auch als unvollkommen verkieselt erwies. Dieser Zustand lässt sich so erklären, dass die im Schlamm eingebettete Schalenseite durch den Schutz, den ihr eben diese Umhüllung gewährte, erhalten wurde, und ebenso die inneren Windungen auf der oberen Seite dadurch, dass sie durch in die Vertiefung des Nabels hineingespülten Schlamm geschützt wurden. Die ungeschützte obere Seite der äusseren Windungen wurde entweder durch äussere Umstände, etwa Abscheuerung der Schale durch vom

Wasser bewegten Sand u. dergl., oder aber durch chemische Vorgänge zerstört, indem die Schale da, wo sie freilag, rascher aufgelöst wurde als die Verkieselung eintreten konnte, während an derselben, soweit sie geschützt war, die Auflösung des Kalkes mit der Substitution der Kieselsäure gleichen Schritt hielt.

Eine ähnliche Erhaltung der Ammonitenschalen erwähnt Wähner[1] in Bezug auf Ammoniten der Adnether Schichten. Hier sind meist nur die unteren, im Schlamm eingebetteten Seiten erhalten, so dass beim Abheben der einzelnen Schichten auf der oberen Seite der Platten nur die Abdrücke, auf der unteren Seite der hangenden Platte aber sich die mit dem Gestein fest verwachsenen Ammoniten finden. Wähner erklärt den Vorgang so, dass in der Tiefsee, in der diese Sedimente abgelagert wurden, die Schale, soweit sie freilag, rasch aufgelöst wurde, während die vom Schlamm umgebenen Schalenreste viel langsamer gelöst wurden, und so die Sedimente, die nach Zerstörung des freiliegenden Teiles der Schale in die Kammern eingedrungen waren und sie ausfüllten, Zeit hatten, sich zu verfestigen und so für die untere Seite Steinkerne zu bilden.

Paläontologischer Teil.

Cephalopoda.

Familie: Aegoceratidae Neum.

Schlotheimia Neumayri nov. nom.

Tab. I Fig. 1—2, 5—6.

Ammonites angulatus auct. pars.

1851. *Ammonites angulatus* Schl., Chapuis et Dew. Luxembourg I S. 38—pars.
?1862. *Ammonites subangularis* Oppel, Palaeontol. Mitteil. I S. 130—pars.
1878. *Aegoceras subangulare* Opp., Neumayr, Cephalopodentypen S. 64—pars,
1879. *Aegoceras subangulare* Opp., Neumayr, Unterer Lias S. 33—pars.
1879. *Aegoceras n. f. cf. angulatum* Neumayr, Ibid. S. 33 Tab. II Fig. 5.
1886. *Angulaten* Wähner, Unterer Lias III S. 165, pars.
1901. *Schlotheimia angulata, var. exeoptycha* Wähn., v. Bistram, Luganer und Comer See.

Grösse des abgebildeten Exemplars:

Dm.	26 mm	(100 %)
W.H.	11	(42,3)
W.D.	9,5	(36,5)
N.	9	(34,6)

[1] Verhandlungen d. k. k. Reichsanstalt 1886, S. 197.

Die Umgänge sind im Verhältnis zur Höhe sehr dick, subquadratisch, der Nabelabsturz steil, die Flanken flach, nur ganz mässig gewölbt, der Rücken breit. Das Gehäuse besitzt mittlere Involution. Die Rippen sind scharf, beginnen verhältnismässig niedrig an der Nabelkante, um im oberen Viertel, wo sie nach vorne sichelförmig umbiegen, ihr grösste Stärke zu erreichen. Auf der Externseite sind sie nach vorne geschwungen, so dass sie sich etwa im rechten Winkel treffen würden, wenn sie nicht an einer ziemlich breiten Depression abbrechen würden. Das Verhältnis der Windungshöhe zur Windungsdicke ist etwa 11 : 10.

Die inneren Windungen sind gerundet und tragen ziemlich dichtstehende, sichelförmig geschwungene, im oberen Viertel am stärksten werdende Rippen, die auf dem Rücken an einer Medianfurche sich verlieren.

QUENSTEDT[1] erwähnt das Vorkommen auffallend niedrigmündiger *Angulaten* aus den *Psilonotenschichten* und weisst darauf hin, dass CHAPUIS und DEWALQUE dasselbe für die Mergel von Jamoigne bemerken. Er giebt dazu die Abbildung Tab. 3 Fig. 1, auf die hin OPPEL dann die Form *subangularis* geschaffen hat[2]. Da damals die Abbildung des Rückens, die QUENSTEDT[3] später bei nochmaliger Abbildung desselben Ammoniten (als *Ammon. angulatus psilonoti*) gab, noch nicht vorlag, so kann es zweifelhaft erscheinen, ob OPPEL wirklich nur diese „Angulaten" ohne Rückenfurche gemeint hat, als er den *A. subangularis* schuf, oder darunter auch solche mit niedrigen, dicken Windungen und mit Rückenfurche verstanden hat.

Auch aus NEUMAYRS[4] Bemerkungen zu *Aegoceras subangulare*, OPPEL, dessen Vorkommen er aus den Alpen erwähnt, ohne Stücke abzubilden, geht nicht hervor, ob er darunter Formen mit oder ohne Rückenfurche verstanden habe, da damals QUENSTEDTS schwäbische Ammoniten noch nicht erschienen waren. Aus dem Vergleich, den NEUMAYR mit *Aeg. circumdatum* MARTIN[5] zieht, scheint es beinahe, als ob er die furchenlose Form gemeint habe, während aus einer späteren Bemerkung[6], wo er als „Angulaten" der Planorbisschichten nur *Aeg. subangulare* erwähnt, man den Eindruck gewinnt, als ob er beide Formen unter diesem Namen verstehe. NEUMAYR erwähnt

[1] 1858. Der Jura S. 43. [2] 1862. OPPEL, Palaeont. Mitteil. I S. 130 Anm.
[3] QUENSTEDT, Ammoniten des schwäb. Jura.
[4] 1879. NEUMAYR, Fauna d. unt. Lias.
[5] 1859. MARTIN, XXV. Congrès scientifique Tab. I Fig. 1.
[6] 1878. NEUMAYR, Cephalopodentypen S. 64.

noch in der erstgenannten Schrift, dass möglicherweise ein Teil der von Chapuis und Dewalque erwähnten Angulaten zu *A. subangulare* gehören könne. Diese Autoren[1] bemerken, dass unter den kleinen Angulatenformen aus den Mergeln von Jamoigne sowohl solche, deren Rippen auf dem Rücken zusammenstossen (also = *A. subangulare* Oppel emend. Wähner) als solche mit einer Rückenfurche (= *A. Neumayri*, nov. nom) vorkommen.

Nun will Wähner[2] den Namen *subangulare* auf die Formen ohne Furche, entsprechend der später zu der Abbildung in Quenstedts Jura gegebenen Rückenansicht beschränkt wissen, auf die Oppel seine Form begründet, und Pompeckj[3] trennt die Form ganz von *Schlotheimia* und stellt sie zu *Psiloceras*.

Wähner erwähnt aber[4]: „Ammoniten, welche noch kräftigere Rippen besitzen als *Aeg. angulatum*, in dem Verhalten derselben mit diesem vollständig übereinstimmen, aber niedrigere Windungen haben als die niedrigsten Exemplare von *Aeg. angulare*; sie stimmen in den Windungsverhältnissen mit *A. subangulare* überein, von welchen sie durch das Verhalten der Sculptur scharf zu trennen sind.“ Wähner zweifelt nicht, „dass wir in diesen Ammoniten Vorläufer des *Aeg. angulatum* und zugleich ein Bindeglied zwischen *A. subangulare* und letztgenanntem vor uns haben.“

Nach der Form der Rippen, die an meinem Exemplare sehr scharf sind, scheint das von Neumayr a. a. O. abgebildete Bruchstück gut mit dem meinigen übereinzustimmen; die etwas grössere Höhe der Windungen lässt sich aus der verschiedenen Grösse erklären und der grössere Abstand der Rippen bei dem Neumayrschen Exemplare ebenso durch die grösseren Proportionen. Dabei hat sich die charakteristische Schärfe der Rippen erhalten, während die Breite der Zwischenräume sich vermehrt hat. Wie man an dem Valsoldaer Exemplare beobachten kann, scheint die Anlage zu Rippenteilung, resp. Einschiebung von Rippen, dieser Art vollständig zu fehlen, da die innere Windung ebensoviel Rippen zeigt, wie die darauf folgende, äussere.

Indem ich meine Form mit der von Neumayr als *A. n. f. cf. angulatum* identifizieren zu können glaube, widme ich sie Neumayr.

Untersuchte Exemplare: 1 grosses, 4 Jugendexemplare.

Fundort: A. Bolgia.

---

[1] 1851. Chapuis und Dewalque, Luxembourg I p. 38.

[2] 1886. Wähner, Unt. Lias III S. 162.

[3] 1893. Pompeckj, Revision d. Ammoniten S. 69.

[4] Loc. cit. S. 165.

Aegoceras tenerum, NEUM.

Tab. I Fig. 3—4.

1879. *Aegoceras tenerum* NEUMAYR, Unterer Lias S. 31 Tab. III Fig. 4, 5.
1886. — NEUM., WÄHNER, Unterer Lias III S. 43.

Grösse des Exemplares a. d. Valsolda.	%	d. Originales Neumayrs	%
Dm. 26,8 mm	(100)	Dm. 36 mm	(100)
W.-H. 8,9 „	(33,2)	W.-H. 8 „	(30,8)
W.-D. 5,6 „	(20,9)	W.-D. 5 „	(19)
N. 10,8 „	(40,3)	N. 11,6 „	(44)

Sowohl was seine Sculptur, als auch seine Proportionen anbetrifft, stimmt das abgebildete Exemplar durchaus mit dem NEUMAYRschen überein.

Ich habe oben die von NEUMAYR gegebenen Masse — nach Correktur des Masses der Breite (W.-D.), wo offenbar ein Druckfehler vorliegt, von 8 auf 5 mm — zum Vergleiche beigefügt.

In Bezug auf die Beschreibung verweise ich auf die NEUMAYRsche Arbeit; die Lobenlinie ist natürlich an meinem Exemplar nicht erhalten. NEUMAYRS Beschreibung wäre nach dem hier abgebildeten Exemplare nur hinzuzufügen, dass sich, von der Biegungsstelle der Rippen ab, diesen noch weitere feine Streifen zugesellen, die ebenso wie sie über den Rücken verlaufen. WÄHNER macht beim *Aegoceras calliphyllum*[1], indem er dasselbe Verhalten auch von *Aeg. planorbis* erwähnt, zuerst darauf aufmerksam, diese feine Streifung gewissermassen mit „Anwachsstreifen" vergleichend. Es ist interessant, bei unserer Form auch diese Eigenschaft konstatieren zu können — ein weiterer Beweis zu der Verwandtschaft dieser Formen, auf die beide Autoren schon hingewiesen haben.

Untersuchte Stücke: 2 Exemplare.

Fundort: unterer Horizont und Ammonitenhorizont von A. Bolgia.

Aegoceras Emmrichi GÜMB.

Tab. I Fig. 7—8.

1861. *Ammonites Emmrichi* GÜMBEL, Bayer. Alpen S. 473.
?1865. — *anomalus* TQM., TERQUEM und PIETTE, Lias infer. S. 27 Tab. I Fig. 1—2.
1882. *Aegoceras Guidonii* CANAVARI, Spezia pars, S. 167 Tab. XVIII Fig. 16 (non. 14—15).

[1] 1886. Unterer Lias III S. 137.

1886. *Aegoceras Emmrichi* Gümb., Wähner, Unterer Lias III S. 54 Tab. XXVI Fig. 4—6, 8—10.

1888. *Psiloceras Guidonii* Sow. sp. Canavari, Spezia S. 100 pars. Tab. IV Fig. 16 (non 14—15), Tab. VIII Fig. 8.

Grösse des abgebildeten Exemplares:

Dm.	11	mm	(100 %)
W.-H.	4,5	„	(41 %)
W.-B.	3	„	(27 %)
N.	3	„	(27 %)

Das kleine Exemplar, dessen Masse hier angegeben, stimmt in seinen Sculptureigentümlichkeiten sehr gut zu der Beschreibung Wähners. Zwischen die sichelförmig geschwungenen Hauptrippen schieben sich vom äusseren Rande her Secundärfalten ein, die auf dem Rücken ziemlich dieselbe Stärke wie die Hauptrippen haben, auf den Flanken aber an Stärke abnehmen, um auf der Mitte derselben in verschiedenem Abstande vom Nabel zu verschwinden.

Mein Exemplar ist noch hochmündiger und flacher als die beschriebenen und gleicht darin sehr dem von Wähner abgebildeten *Aeg. Guidonii*, Sow.[1], doch veranlasste mich der Charakter der Sculptur — die so stark ausgebildete Tendenz zur Einschiebung von Zwischenfalten vom Rücken her und die Beobachtung, dass die Rippen beim Uebergang über den Rücken keinerlei Neigung zur Abschwächung zeigen — dazu, es zur erstgenannten Form zu stellen.

Die äusserst flache Form des abgebildeten Exemplares ist jedenfalls nicht etwa durch Flachdrücken entstanden, sondern die ursprüngliche, da es keine Spur von Verletzungen in dieser Richtung zeigt. Die Tendenz zur Rippenteilung drückt sich schon darin aus, dass die Rippenzahl mit dem Wachstume stark zunimmt. So sehen wir auf dem äusseren Umgang 16 Hauptrippen, auf dem nächst inneren nur 8.

Ein zweites kleineres Exemplar scheint auch hierher zu gehören, doch gestattet sein Erhaltungszustand sichere Bestimmung nicht.

Wahrscheinlich gehört das von Terquem und Piette loc. cit. abgebildete Ammonitenbruchstück hierher oder zur *Aeg. Guidonii*.

Die Exemplare von Canavari sowie Terquem und Piette stammen aus einem höheren Horizonte, Wähner erwähnt diese Form aus den Schichten mit *Psiloceras megastoma* und denen mit *Schloth. marmorea*.

Untersuchte Stücke: 2 kleine Exemplare.

Fundort: A. Bolgia.

[1] Wähner loc. cit. Tab. XXVI Fig. 3.

Aegoceras calliphyllum NEUM.

Tab. I Fig. 9—13.

Ammonites planorbis auct. pars.
1879. *Aegoceras calliphyllum* NEUMAYR, Unterer Lias S. 27.
1886. — — NEUM., WÄHNER, Unterer Lias III S. 137.
1895. — — NEUM., WÄHNER, Ebd. VII S. 32 Tab. VI Fig. 5.

Grösse der Exemplare:

	Fig. 11—13		Fig. 9		nicht abgeb.	
Dm.	22,4 mm	(100 %)	erg. 13,1 mm	(100 %)	20 mm	(100 %)
W.-H.	8,3 „	(37,5 %)	4,4 „	(33,6 %)	7 „	(35 %)
W.-D.	7,6 „	(33 %)	4,1 „	(31,3 %)	6,4 „	(32 %)
N.	8,5 „	(38 %)	4,4 „	(33,6 %)	7,5 „	(37,5 %)

Da die äusseren Windungen der Ammoniten nicht oder nur sehr schlecht verkieselt sind, liegen mir nur verhältnismässig kleine Exemplare vor. Das grösste, etwa 35 mm im Durchmesser messende ist nur einseitig verkieselt, zeigt aber auch die niedrigen, dicken Windungen und verhältnismässig starke Einrollung, wie die abgebildeten. Diese stimmen sehr gut mit WÄHNERS Abbildung, die ich oben citiert habe, sowie mit Abbildungen mancher kleinerer Planorben. NEUMAYR bildet nur ein grösseres Exemplar der ganz glatten Form ab und auch die übrigen von WÄHNER abgebildeten Individuen, die zwar ähnliche Berippung zeigen, sind, abgesehen von ihrer viel bedeutenderen Grösse, evoluter und flacher.

Die Sculptur besteht bei meinen Exemplaren aus verhältnismässig dicken, faltenartigen geraden Rippen, die auf dem unteren Drittel am stärksten sind, über dem oberen Drittel zu verschwinden scheinen, sich aber bei genauerem Zusehen über den Rücken verfolgen lassen, wo sie, eben noch angedeutet, nur sehr wenig nach vorne geschwungen und mit den entsprechenden der anderen Seite zusammenlaufend, eine nach vorne schwach bogenförmige Linie bilden. Feine „Anwachsstreifung“[1] ist ebenfalls zu bemerken.

Das ganz junge, in zweimaliger Vergrösserung abgebildete Exemplar zeigt den Beginn der Rippenbildung. Es sind nur eben angedeutete breite, flache Falten, die vom Nabel ausstrahlen. Bei etwas fortschreitendem Wachstume accentuieren sie sich mehr, heben sich und nehmen regelmässigen Abstand an.

Sehr ähnlich unseren Exemplaren erscheinen die von WÄHNER abgebildeten Exemplare von ? *Arietites minusculus*, WÄHN. und

[1] Vgl. WÄHNER loc. cit. S. 137.

Arietites semicostatulus, Reyn.[1] ihrer Sculptur und Involution nach, doch sehen wir, dass bei ihnen die Dicke die Windungshöhe übertrifft, während bei unseren Exemplaren das Umgekehrte der Fall ist, — abgesehen davon, dass die erwähnten Formen aus höherem Niveau stammen.

Man kann zweifelhaft sein, ob die Psilonoten der Val Solda, wie hier geschehen, zu *A. calliphyllum*, oder zu *A. planorbis* zu stellen seien, da sich die Lobenlinie nicht beobachten lässt; doch spricht wohl die Wahrscheinlichkeit, da wir es hier mit einem alpinen Vorkommen zu thun haben, dafür, dass erstere Bezeichnung die richtige sein wird.

Untersuchte Stücke: 6 Exemplare.

Fundort: Ammonitenhorizont bei A. Bolgia.

Aegoceras Johnstoni Sow.

Tab. I Fig. 14.

1824. *Ammonites Johnstoni* Sowerby, Mineral Conchology vol. V p. 70 Tab. 449 Fig. 1.
1842. — *torus* d'Orbigny, Pal. Française, terrains Jur. p. 212 Tab. LIII.
1843. — *psilonotus* Quenstedt, Flötzgebirge Württemb. S. 127—128 pars.
1847. — *raricostatus* Ziet., Dunker, Halberstadt pars S. 114. Tab. XIII Fig. 21 (non VII Fig. 1).
1849. — *psilonotus plicatus* Quenstedt, Cephalopoden S. 74 pars.
1852. — — — Quenstedt, Petrefaktenkunde 1. Aufl. Tab. 27 Fig. 6.
1856. — *Johnstoni* Oppel, Juraformation S. 74.
1858. — *psilonotus plicatus* Quenstedt, Jura S. 40 (links).
1858. — *Johnstoni* Chapuis, Luxembourg p. 15 Tab. III Fig. 2.
1865. — — Schlönbach, Jura und Kreideform. S. 151.
1865. — *laqueolus* Schlönbach, Ebd. S. 151.
1879. *Aegoceras Johnstoni* Neumayr, Unterer Lias S. 29 Tab. III Fig. 2.
1879. — *torus* Neumayr, Ebd. S. 30 Tab. III Fig. 3.
1879. *Ammonites Johnstoni* Reynès, Ammonites Tab. II Fig. 19—21.
1880. *Aegoceras torus-Johnstoni* Wright, Lias Ammon. Tab. XIX Fig. 34.
1881. — *Johnstoni* Wright, Ebd. S. 311.
1883. *Ammonites psilonotus plicatus* Quenstedt, Ammoniten schwäb. Jura S. 14—17 pars Tab. I Fig. 8 u. 13.
1886. *Aegoceras Johnstoni* Wähner, Unterer Lias III S. 146 Tab. XVI Fig. 6.
non 1883. *Ammonites Johnstoni* Quenstedt, Ebd. Tab. I Fig. 20.

Der hier abgebildete, nur teilweise erhaltene und deformierte Ammonit ist der grösste, den ich durch Aetzen gewonnen habe.

[1] Loc. cit. Tab. XXVII Fig. 6—13.

Der abgebildete Teil des äusseren Umganges war nicht vollständig verkieselt, liess sich aber aus dem Gestein präparieren. Er wurde, da sich von der Rückseite die verkieselte, aber auf dieser Seite nicht vollständig erhaltene innere Windung ausgewittert zeigte, gezeichnet und darauf das Stück geätzt, wobei der gezeichnete Teil des äusseren Umganges allerdings litt, aber der innere Umgang gewonnen wurde. Es zeigen sich an dem Nabelabfall schwach beginnende, auf der Mitte etwa am stärksten ausgebildete und dann zum Rücken hin verschwindende gerade wulstige Rippen, die meist etwas nach vorwärts verlaufen. Die Umgänge sind im Querschnitt eiförmig gerundet und zeigen nur ein schwaches Anwachsen, daher starke Evolution.

Zwei Bruchstücke kleinerer Exemplare zeigen dasselbe Verhalten.

Untersuchte Stücke: 3 Exemplare.

Fundort: Ammonitenbank bei A. Bolgia.

Aegoceras cf. Hagenowi Dkr. NEUM.

Tab. I Fig. 15.

1879. *Aegoceras cf. Hagenowi* NEUMAYR, Unterer Lias S. 28 Tab. II Fig. 6.

Grösse des abgebildeten Exemplars:			Neumayrs Original:
Dm.	32,5 mm	(100 %)	31,5
W.-H.	10,5 „	(32,3 %)	10
W.-D.	7,3 „	(22,5 %)	—
N.	13,2 „	(46 %)	14

NEUMAYR giebt keine Masse an. Ich habe sie zum Vergleiche der Abbildung entnommen. Sie stimmen ausgezeichnet mit meinem nicht ganz vollständigen Exemplare, welches auf dem äusseren Umgange breite, nicht sehr hohe Falten zeigt, die über der nicht hohen, aber steil abfallenden Nabelkante beginnen, im ersten Drittel ihre stärkste Entwicklung zeigen, um etwa auf der Mitte schon sich abzuflachen und dann ganz zu verschwinden. Diese Falten erscheinen auf dem inneren Umgang ausgesprochener und scheinen mit zunehmendem Alter des Individuums die Tendenz zu haben, sich abzuschwächen und vielleicht zu verschwinden. Die Windungen sind auf den Seiten abgeflacht, zeigen aber doch immer eine schwache Wölbung und fallen ebenso zu dem schmalen gerundeten glatten Rücken ab.

Drei kleine, flachscheibenförmige, scheinbar glatte, sehr schlecht erhaltene Ammoniten gehören vielleicht hierher oder zum typischen *A. Hagenowi.*

Untersuchte Stücke: 4 Exemplare.

Fundort: Ammonitenbank bei A. Bolgia.

Mollusca.

Familie: Aviculidae Lam.

Genus: *Leptodesma* Hall.

Avicula (Leptodesma) Valsoldae n. f.

Tab. II Fig. 4—8.

Cf. 1855. *Avicula Alfredi* Terquem, Hettange p. 314 Tab. XXI Fig. 11.
Cf. 1855. — *Dunkeri* ebd. Fig. 12.
Cf. 1855. — *Bouvignieri* ebd. Fig. 14.
Cf. 1865. — *falcata* Stoppani, Contortaschichten S. 135 Tab. XXXI Fig. 6.

Schalen ungleichseitig, gleichklappig, fein concentrisch gestreift, schief nach hinten verlängert, Schlossrand lang und gerade mit schmaler Furche für das bandförmige, die ganze Schlosslänge einnehmende Ligament. Wirbel vorderständig, nach vorne und innen gekrümmt. Die Schalen in der Mittellinie gewölbt, zu beiden Seiten des Wirbels unter dem Schlossrande flach zusammengedrückt, der Uebergang von der Wölbung zur Abflachung, besonders hinten, concav. Die hintere Seite der Schale unter dem Schlossrande ausgeschnitten, so dass derselbe flügelartig wird. Kein Byssusausschnitt, Schalen unter dem vorderen Ohr etwas klaffend, unter dem Wirbel kleines heterodontes Schloss, in der rechten Klappe aus zwei etwas divergierenden Cardinalzähnen bestehend, in der linken aus drei solchen Zähnen ⟋ | ⟍.

Unsere Form gleicht sehr einigen Abbildungen aus dem unteren Lias von Frankreich, dann einer rhätischen Form bei Stoppani, die ich oben angeführt habe, ferner triadischen, carbonischen und devonischen Formen, die anzuführen zu weit führen würde, doch muss sie der Schlosszähne wegen, die jenen zu fehlen scheinen, von hnen getrennt werden.

Untersuchte Stücke: eine rechte und eine linke Klappe, ein kleines zweiklappiges Exemplar.

Fundort: A. Bolgia.

Ich habe lange geschwankt, wohin diese Form zu stellen sei. Die Diagnosen, die für *Avicula* gegeben werden, stimmen bei den

verschiedenen Autoren nicht überein. Sie sind wohl meistens, so die von FISCHER (Conchyliologie) besonders, auf Grund der lebenden Formen gegeben. Nun scheinen mir aber die mesozoischen Aviculen und ihre paläozoischen Vorgänger nicht ganz mit den recenten überein zu stimmen. Einerseits sehen wir bei den recenten einen Byssusausschnitt und ausgesprochene Ungleichklappigkeit, dann ein schief nach hinten verlaufendes Ligament, welches somit halb äusserlich und halb innerlich ist. Zähne von heterodontem Typus, sehr klein, sind vorhanden oder fehlen.

Die altmesozoischen glatten *Aviculae* dagegen zeigen ein durchlaufendes äusseres Ligament, keinen Byssusausschnitt und Gleichklappigkeit. Auch habe ich nirgends in der Litteratur Andeutung von Schlossbezahnung bei den abgebildeten und beschriebenen Formen gefunden ausser bei BITTNER, der eine Innenansicht einer linken Klappe von *Avicula Tofanae* mit rudimentärem Schloss[1] abbildet, sowie ein gut ausgebildetes heterodontes Schloss an einer ebenfalls linken Klappe einer „*Avicula* aus der Gruppe der *Cassiana*“[2], über die er im Texte nichts erwähnt.

In der neuen englischen Ausgabe von ZITTELS Lehrbuch findet sich zu *Pleria* (= *Avicula*) die Definition „in der Jugend Pseudocardinal- und Lateralzähne“, was wohl vielfach zutrifft.

Vergleichen wir unsere Form mit Jugendexemplaren von *Gervillia aviculoides*[3], so tritt uns die grosse Aehnlichkeit im Schlossbau beider entgegen. Bei ganz jungen Exemplaren dieser Art sehen wir ein heterodontes Schloss, das vollständig dem unserer Form entspricht, nur können wir schon die Anlage einiger Bandgruben bemerken. Bei weiterem Wachstume haben die Cardinalzähne ihre symmetrische Lage verlassen und verlaufen schräg nach hinten. Die Zahl der Bandgruben hat sich dabei vermehrt. Hierbei fällt es auf, dass der ursprüngliche heterodonte Schlosstypus in der linken Klappe sich länger erhält als in der rechten, wo man nur noch ein paar schräge Leistenzähne sieht. Dieses kommt daher, dass infolge der Tendenz der linken Schale, sich stärker zu wölben, das Bandfeld hier in einer Ebene mit der Schlossfläche bleibt, während auf der rechten Klappe es dadurch, dass die linke Klappe sie gewissermassen umfasst, einen stumpfen Winkel mit der Schlossfläche bildet. So sehen wir auch, dass bei weiterem Wachstume, wobei

[1] 1895. Lamellibranchiaten der alpinen Trias Tab. VIII Fig. 11.

[2] Loc. cit. ibid. Fig. 23.

[3] Diese Arbeit, Tab. II Fig. 11 u. 12.

die Schale bedeutende Dicke erreicht, die linke Klappe von der Mitte der Wölbung ab, wo sie die grösste Stärke hat, bis zum Schlossrande fast die gleiche Dicke zeigt, während die rechte Klappe sich zum Schlossrande, fast wie messerförmig, zuschärft. Diesen Charakter sehen wir sehr lange wenigstens an der hinteren Schlossseite erhalten, während vorne auch die rechte Schale allmählig sich bis zum Schlossrande verdickt. Dieses Verhältnis wird schon von Dunker und Koch[1] durch einen Querschnitt gut dargestellt. Dabei schiebt sich der Wirbel immer mehr nach vorne, so dass das vordere Ohr fast verschwindet. Noch näher unserer Form steht die *Gervillia pygmaea*, Dunker und Koch[2]. Nur die schon sehr früh sich bildenden Ligamentquerfurchen weisen darauf hin, dass diese Form zu *Gervillia* zu stellen ist. Somit hat Roeder[3] Unrecht, wenn er gegenüber Brauns und Stuckmann, welche die Form zu *Gervillia* gestellt haben, sie wieder als zu *Avicula* gehörig ansieht. Aehnliche Entwicklungsvorgänge, welche oben bei *Gervillia aviculoides* beschrieben wurden, hat Philippi bei *Gervillia Hagenowi* Dkr. aus dem untersten Lias beobachtet[4], wobei er auf den Uebergang vom *Gervillien* — zum *Perna*habitus hinweist und ferner Frech[5], der die Entwicklungsstadien von Ligamentgruben und Zahnbau an der lebenden *Perna ephippium* (nach Bernard) abbildet und beschreibt.

In Bezug von *Aviculiden* meint Neumayr[6], die Gattung *Pterinaea* bilde den Ausgangspunkt für die überaus formenreiche Familie der Aviculiden, von diesen Formen ergebe sich der Weg zu den echten Aviculen durch Reduction des vorderen Muskeleindruckes, Veränderung des Bandansatzes und Obliterieren der Zähne. Gegen diese Auffassung wendet sich Frech[7], indem er hervorhebt, dass an den sog. Pterinaeen des Silurs bisher niemals die bezeichnenden Schlosszähne nachgewiesen seien, während Avicula sich schon im Silur vorfinde. Nun bildet aber Philippi[8] das Schloss eines Exemplares von *Pterinaea retroflexa* aus dem Obersilur ab, an dem deutliche Zähne, die noch ziemlich heterodonten Typus zeigen, sichtbar sind.

[1] 1837. Dunker und Koch, Beiträge zur Kenntnis des norddeutschen Oolithgebirges.

[2] Diese Arbeit, Tab. II Fig. 9 u. 10.

[3] 1882. Roeder, Pfirt S. 59.

[4] 1897. Philippi, Lamellibranchiaten von Halberstadt S. 436.

[5] 1902. Frech, Ueber Gervilleia.

[6] 1891. Neumayr, Einteilung der Bivalven.

[7] 1891. Frech, Die devon. Aviculiden Deutschlands S. 184.

[8] 1899. Philippi, Pterinaea retroflexa.

NEUMAYR[1] sagt, der Heterodontentypus stelle gewissermassen das Normalschloss der Muscheln dar. Die typische Entwicklung eines solchen Schlosses stelle eine beschränkte, nicht über drei steigende Zahl von Cardinalzähnen in jeder Klappe dar, zu denen noch je ein vorderer und hinterer Seitenzahn trete; Abweichungen liessen sich leicht auf den ursprünglichen Typus zurückführen. Wenn wir ferner an den Beispielen der Entwicklung von *Gervillia aviculoides* und *pygmaea*, im Jugendstadium ein typisches heterodontes Schloss sehen, dann eine Form mit solchem Schloss in „*Avicula* aus der Gruppe des *Cassiana*" BITTNER, sowie *Avicula Valsoldae* n. f. finden und uns daran erinnern, dass unter den recenten Aviculen sich ebenfalls solche mit einem gleichen Schlosse (z. B. *Avicula semisagitta* LAM) finden, so kann man wohl als Ursprungstypus der Aviculiden eine Form mit heterodontem Schloss annehmen.

NEUMAYR bemerkt[2], der heterodonte Schlosstypus komme nur bei Formen mit zwei gleichen Schliessmuskeln vor. Nun sehen wir bei den älteren Aviculidenformen, dass der vordere Muskel zwar kleiner, aber jedenfalls stark entwickelt war und erst bei jüngeren Formen mehr zurücktritt. REIS bemerkt[3], dass die Lage des Ligamentes und die Schlosszahnbildung mit der Lage der Schliessmuskeln eng zusammenhängen; damit erklärt sich sehr gut die Veränderung des Typus der Schlossbezahnung.

Wir haben in der von mir beschriebenen Form einen Uebergangstypus von *Aviculiden* zu *Gervillien*. Wenn nun dieses der Fall ist, so erscheint es einigermassen befremdlich, dass schon im Paläozoicum echte *Gervillien* sich finden sollen, und kommt man dazu, sich die Frage vorzulegen, ob die als *Gervillien* beschriebenen älteren Formen wirklich als solche anzusehen oder nicht etwa von denselben zu trennen sind.

Wir haben die Entwicklung einiger *Gervillien* durch ihre verschiedenen Altersstadien verfolgt und können wohl annehmen, dass die Entwicklung der Gattung durch die verschiedenen geologischen Stufen ähnlich verlaufen ist.

Nun haben wir im Paläozoicum als sehr alte Form die *Pterinaeen*, die sich m. E. aus der aviculiden Urform ganz entsprechend entwickelt haben können, wie die Gervillien aus den Avi-

---

[1] 1891. Einteilung der Bivalven.

[2] Loc. cit. S. 14.

[3] 1902. REIS, Das Ligament der Bivalven.

culen des Beginnes der mesozoischen Aera. Die Uebereinstimmung ist gross: die Schale hat sich verdickt, das den ganzen Schlossrand einnehmende, äusserliche Bandfeld ist verbreitert, die Zähne des Schlosses sind verändert, es prävalieren schräg nach hinten gerichtete starke Zähne, dazu kommen noch kleine Zähnchen vorne. Der Wirbel ist stärker nach vorne gerückt. Das hauptsächlichste Unterscheidungsmerkmal von *Pterinaea* und *Gervillia* bilden somit nur die, zum Schlossrande senkrechten, Kerben des Ligamentfeldes. Nun ist, wie vielfach betont wird, die Zahl der Kerben sehr wenig constant, man sieht sie sich ja auch nur ganz allmählich bei fortschreitendem Wachstume entwickeln, auch ist ihre Bedeutung nicht etwa die, dass das ganze Ligament sich gespalten und in diese Gruben zurückgezogen habe, sondern im Gegenteil hat sich das Ligament nur differenziert und zwar so, dass das elastische Ligament den Hauptteil des Ligamentfeldes zwischen den tiefen Kerben einnimmt und nur das unelastische (sonst äussere) Ligament die Gruben einnimmt[1]. So sehen wir auch zuweilen die Gruben, durch Verbreiterung des elastischen Ligamentes nach innen, sich verschmälern, zusammenlaufen oder gar verschwinden, während am hinteren Schlossende sich neue bilden. Reis erklärt diese eigentümlichen Vorgänge aus dem starken Schalenwachstum nach hinten.

So scheint es mir, dass beim Aufstellen von Theorien über die Abstammung der einzelnen Formen voneinander auf die Ausbildung des Ligamentes nicht so grosses Gewicht zu legen ist und wir vielleicht das Auftreten dieser Erscheinung in verschiedenen Stammreihen annehmen können („Isodimorphismus" bei Frech). Dann hätten die paläozoischen „Gervillien" direkt nichts mit den eigentlichen Gervillien des Mesozoicums zu thun, sondern stellten einen Seitenzweig desselben Stammes dar.

Wir haben gesehen, wie die recente *Perna ephippium* in ihrer Entwicklung ein *Bakewellia*-Stadium durchmacht, woraus wir schliessen können, dass die *Pernen* vielleicht von einer so gestalteten früheren Form abstammen. So hat meines Erachtens Frech[2] durchaus Recht, wenn er entgegen v. Wöhrmann[3], der *Perna Bouei* aus den Raibler Schichten zu *Gervillia* stellt, hierfür eine neue Untergattung *(Odontoperna)* geschaffen hat und sagt, er halte die Zurechnung der obertriadischen Art zu *Gervillia* nicht für statthaft, weil *Perna Bouei*

[1] 1902. Vgl. Reis, Das Ligament der Bivalven.
[2] 1891. Frech, Devonische Aviculiden S. 215.
[3] 1889. von Wöhrmann, Carditaschichten S. 207.

wie die typischen Pernen durch Gleichklappigkeit, rhombischen Umriss und Dickschaligkeit sich auszeichne. In einer späteren Mitteilung[1] dagegen stellt FRECH, der offenbar seine frühere Meinung geändert hat[2], seine Gattung *Odontoperna* zu *Gervillia*, — ohne zu erwähnen, dass er seine Auffassung geändert habe, noch einen Grund dafür anzugeben, — und bemerkt dazu, dass er annehme, diese Form sei ein besonderer erloschener Seitenzweig, aber keineswegs etwa ein Uebergang von *Gervillia* und *Perna* gewesen. Bereits in der ersten citierten Arbeit hat er die Meinung ausgesprochen, dass die Aenderung der Lebensbedingungen zur Zeit des folgenden Hauptdolomites und Dachsteinkalkes das baldige Verschwinden dieser Form zur Folge gehabt habe.

Nun scheint mir aus dem ganzen Entwicklungsgange der Tierformen, wie wir ihn aus der Paläontologie erkennen können, alles viel mehr für eine allmähliche Umbildung der einzelnen Formen als für ein plötzliches Verschwinden derselben zu sprechen, und die Annahme, dass wir in *Odontoperna* einen Vorläufer der spätmesozoischen *Pernen* vor uns haben, grosse Wahrscheinlichkeit zu besitzen. So stelle ich denn *Odontoperna* FRECH, als Untergattung zu *Perna*, halte sie aber nicht für eine Zwischenform zwischen *Gervillia* und *Perna*, sondern glaube, dass sie sich aus paläozoischen *Pterinaen* entwickelt hat, wozu ihre Umrissform auch besser passt. Ein Verlust der Zähne erscheint nach Analogie der Pernenentwicklung eher dafür als dagegen zu sprechen.

Stellen wir nun einen Teil der älteren *Gervillien* zu *Pterinaea*, so bleiben noch zwei Gruppen nach, die sich mit ihnen nicht in Verbindung bringen lassen, nämlich die *Cassianellen* und *Hoernesien*. Diese fasse ich als einen besonderen Entwicklungstypus der *Aviculiden* auf, bei dem, bei Dickenzunahme der Schale und entsprechender Veränderung der Ligamentfelder und des Schlosses, die Linie des stärksten Zuwachses der Schale einen stumpferen, sich dem rechten mehr nähernden Winkel (wenigstens in den früheren Wachstumsstadien) zur Schlosslinie bildet, wodurch auch der vordere Schlossteil nicht so stark verkürzt, daher das vordere Ohr erhalten und der Wirbel mehr mittelständig bleibt. Auch hier sehen wir die den Aviculiden eigene Anlage zur stärkeren Aufwölbung der linken Schale. In diese Gruppe gehören wohl auch einige triadische Gervillien, wie *Gervillia inflata, socialis*, vielleicht *Avicula contorta*.

[1] 1902. FRECH, Ueber Gervilleia.

[2] Vielleicht infolge des Einspruches von BITTNER, Bakony S. 31, 1901.

Jungpaläozoische „Gervillien", für die King den Namen *Bakewellia* aufgestellt hat, bleiben allerdings noch nach. Diese sind m. E. zu *Gervillia* zu stellen, doch möchte ich für sie die Bezeichnung *Bakewellia* als Untergattung nicht missen, da sie zum Teil doch in ihrem arcidenartigen Habitus von den Gervillien *s. str.* abweichen und sich vielleicht früher schon als besonderer Zweig entwickelt haben.

Es bleiben dann noch Formen nach, die am meisten im Umriss der Schale und infolge ihrer Dünnschaligkeit den Typus der recenten *Avicula* haben.

Es sind einerseits die gerippten Formen, für die der Gattungsname *Oxytoma* geschaffen wurde, mit flacherer rechten Schale und Byssusausschnitt, sowie schräg nach innen verlaufendem Ligament, dann die glatten Formen, die gleichklappig sind und keinen Byssusausschnitt besitzen, und die durchaus an die paläozoische Gattung *Leptodesma* erinnern.

Hall unterscheidet *Leiopteria* und *Leptodesma* hauptsächlich nach dem Fehlen oder Vorhandensein von Schlossbezahnung. Vergleicht man aber seine Abbildungen, so fällt ein anderes Merkmal sehr in die Augen, nämlich dass bei *Leptodesma* das vordere Ohr ziemlich spitz ausläuft und die geradlinige Verlängerung des Schlossrandes bildet, während bei *Leiopteria* dieses Ohr mehr verkümmert ist, abgerundet erscheint und mit seiner oberen Seite einen Winkel zur Schlosslinie bildet. So müssen wir denn annehmen, dass hier das Ligament nur bis unter den Wirbel sich erstreckte, während es bei *Leptodesma* wohl durchgeht. Mir scheint es, dass *Leiopteria* eher in die Nähe von *Pterinaea* zu stellen ist, während *Leptodesma* eine *Avicula* im weiteren Sinne ist und zu den mesozoischen Gervillien hinüberführt.

Infolge Fehlens von Zähnen stellt de Koninck[1] Formen, die sonst den *Leptodesmen* Halls viel mehr gleichen, zu *Leiopteria*.

Wenn wir nun der Bezahnung bei den Aviculiden weniger Wichtigkeit als Unterscheidungsmerkmal beimessen müssen, da wir sehen, dass zuweilen solche in der Jugend vorhanden ist, mit weiterem Wachstume sich verändert und zuletzt ganz verschwindet, so dürften wohl die *Leiopterien* de Koninckʼs und auch die glatten mesozoischen Aviculen zu *Leptodesma* zu ziehen sein.

Ich möchte die Gattungsdiagnose von *Leptodesma* folgendermassen erweitern:

[1] 1886. de Koninck, Calcaire carbonifère.

Glatte, gleichklappige oder fast gleichklappige Muscheln, schräg nach hinten verlängert, gerader langer Schlossrand mit spitzen Ohren, Ligament äusserlich in einer schmalen Ligamentgrube, die die ganze Länge des Schlosses einnimmt, kleiner vorderer und grosser hinterer Adduktor, Schloss in der Jugend zuweilen mit heterodonten Zähnen, ausgewachsen zahnlos oder mit kleinen schiefen Zähnen, kein Byssusausschnitt, Schale vorne etwas klaffend.

Diese Gattung würde einen Teil der bisher zu *Avicula* ohne nähere Unterscheidung gestellten Formen umfassen und den anderen Aviculidengattungen, wie z. B. *Gervillia*, *Pseudomonotis*, *Oxytoma* gleichwertig sein. Die Form *Pteroperna*, die nur durch die breite Ligamentfläche und kleine Zähne sich unterscheidet, dürfte vielleicht von *Leptodesma* abstammen und könnte der Name als Untergattung beibehalten werden. Der Name *Avicula*, den wohl der von *Pteria*, der in der neuen englischen Ausgabe von ZITTELS Handbuche angewandt wird, trotz Anciennität kaum verdrängen dürfte, würde als allgemeiner, mehrere Gattungen zusammenfassender zu gelten haben, ausserdem recenten Formen, für die er geschaffen wurde, verbleiben.

In der Regel wird *Pterinaea* zu den *Aviculiden* gerechnet, *Gervillia* zu den *Perniden* dagegen — wegen der gleichen Ausbildung des Ligamentes. Nach meinen obigen Deductionen aber erscheint mir diese Classificierung unnatürlich zu sein, *Gervillia* lässt sich von den *Aviculen* m. E. nicht gut trennen, dagegen dürfte es vielleicht angebracht sein, *Pterinaea* mit *Perna* zusammenzustellen, dazu ausser *Odontoperna* noch *Myalina* DE KON.

Genus: *Gervillia* DEFR.

Gervillia pygmaea KOCH und DKR. sp.

Tab. II Fig. 9, 10.

1837.	*Avicula*	*pygmaea*	KOCH und DKR., Beiträge S. 37 Tab. III Fig. 6.
1874.	*Gervillia*	—	KOCH und DKR., BRAUNS, Oberer Jura S. 309.
1878.	—	—	KOCH und DKR., STRUCKMANN, Oberer Jura S. 38 No. 133.
1882.	*Avicula*	—	KOCH und DKR., ROEDER, Pfirt. S. 59 Tab. III Fig. 1.
Cf. 1837.	*Gervillia*	*ventricosa*	KOCH und DKR., Beiträge S. 41.
Cf.	—	—	KOCH und DKR., v. SEEBACH, Hann. Jura S. 106.

Untersuchte Stücke: 4 Exemplare aus der Pfirt (Oberelsass).

Gervillia aviculoides Sow.

Tab. II Fig. 11, 12.

1814. *Gervillia aviculoides* Sowerby, Mineral Conch. S. 16 (830) Tab. 511 (372).
1866. — *angustata* Roem., Köchlin-Schlumberger und Delbos, Descr. geol. dep. Haut-Rhin Bd. I S. 374.
1874. — *aviculoides* Sow., Brauns, Oberer Jura S. 309.
1878. — — Struckmann, Oberer Jura S. 38 No. 136.

Auf beide Formen, die zum Vergleiche abgebildet wurden, ist bei *Leptodesma Valsoldae* n. f. Bezug genommen.

Untersuchte Stücke: 7 Exemplare aus der Pfirt (Oberelsass).

Genus: *Pseudomonotis* Beyr.

Pseudomonotis Bolgiensis n. f.

Tab. I Fig. 16—20.

Linke Schale stark gewölbt, etwas ungleichseitig, gerader breiter Schlossrand, den der nach innen eingebogene Wirbel überragt. Die Sculptur besteht aus feinen, gerundeten, nahe zusammenstehenden Radialfalten und starken Anwachsstreifen, welche, besonders auf den Kämmen der Radialrippen, aufblättern, und so eine dachziegelförmige Sculptur hervorrufen. Der Abstand der concentrischen Streifen entspricht ungefähr dem der Radialfalten. Mit zunehmender Grösse der Schale vermehren sich dieselben, wobei diejenigen der hinteren Seite, entsprechend dem stärkeren Wachstume der erst fast gleichseitigen Schale nach hinten, in gewissen Zonen von der ursprünglichen Richtung etwas abbiegen; hierbei tritt auch meist eine Vermehrung der Rippen ein. Leider ist die Zeichnung etwas schematisch geworden, so dass dieses übrigens wenig auffallende Merkmal nicht hervortritt. Im Innern der Schale ist der Eindruck des ziemlich grossen hinteren Adduktors zu sehen. Auf dem Schlossrande ist von der vielleicht schief nach hinten und innen verlaufenden Ligamentfurche noch nichts zu sehen.

Die rechte Klappe glatt, kleiner, weniger gewölbt, mit durch eine scharfe Falte abgesetztem vorderen Ohr, unter dem der Beginn des Byssusausschnittes sichtbar wird. Wir haben es hier offenbar mit Jugendexemplaren zu thun, wo sich der Byssusausschnitt eben bildet, weswegen die linke Klappe auch noch für den Byssus ausgebogen ist und, auf eine ebene Fläche gelegt, vorne klafft. Ich stelle diese

rechten Klappen ohne Bedenken hierher, in Analogie der Abbildung einer solchen Klappe von *Ps. [Claraia] tridentina* bei BITTNER[1].

Wir können verfolgen, wie bei *Pseudomonotis* das Byssusohr sich zuerst durch Einknickung von der Schale differenziert, dann der Ausschnitt sich bildet und allmählich tiefer einschneidet, wobei anfänglich das Ohr im Vergleiche zu der übrigen Klappe viel grössere Dimensionen hat, während es später nur wie ein ganz kleiner spitzer Lappen erscheint. Aus der oben geschilderten Richtungsveränderung der Radialrippen können wir schliessen, dass die ausgewachsene Schale ungleichseitiger, nach hinten mehr verlängert, gewesen sein muss, als in diesem Jugendstadium.

Die Sculptur ist in ihrem Charakter schon der der *Pseudomonotis echinata* SOW. ähnlich, doch scheint bei der uns vorliegenden Art die Aufblätterung der Anwachsstreifen noch stärker hervorzutreten. Ausserdem stehen diese Anwachsstreifen dichter zusammen, während bei *Ps. echinata* die Radialrippen etwas grössere Zwischenräume zwischen sich lassen, so dass in Bezug auf die sich voneinander entfernende concentrische Streifung wir eine Reihe haben, an deren einem Ende unsere Form steht, dann die *Ps. echinata* folgt, während *Ps. subechinata* LAHUSEN, wie ich sie in den Callovien-Sanden von Popielany an der Windau (Litthauen) gefunden habe, die noch weiter sich entfernende concentrische Streifung zeigt und so das andere Ende der Reihe bildet.

Auch *Ps. speluncaria*, SCHLH. erinnert in der Sculptur an unsere Form.

Untersuchte Stücke: 2 linke, 3 rechte Klappen.

Fundpunkt: A. Bolgia.

Familie: **Pectinidae** LAM.

Genus: *Pecten* KLEIN.

Subgenus: *Chlamys* BOLTEN.

Pecten (Chlamys) Thiollierei MARTIN.

Tab. II Fig. 13—15.

1859.	*Pecten*	*Thiollierei*	MARTIN, Côte-d'Or. p. 89 Tab. VI Fig. 21—23.
1864.	—	—	MART., DUMORTIER, Infralias p. 62 Tab. X Fig. 4—7.
?1865.	—	*textorius*	SCHLH., TERQUEM und PIETTE, Lias inférieur p. 103 pars.
?1865.	—	*aequalis?*	TERQUEM und PIETTE, Ibid. p. 102 Tab. 12 Fig. 15—19.
?1865.	—	*sp.*	STOPPANI, Contortaschichten S. 138 No. 14 Tab. XXXII Fig. 4 u. 5.

[1] 1900. BITTNER, Ueber Pseudomontis Telleri etc.

Gerundet gleichseitig, stark gewölbt, ebenso hoch als breit, beinahe gleichklappig. Die grössten Exemplare aus der Val Solda messen ca. 30 mm in beiden Richtungen bei einer Dicke von etwa 20 mm (Dumortier giebt als grösstes Mass 35 mm hoch, 36 breit und 21 dick an). Die Schale ist recht dick und hat ziemlich grosse Ohren, welche einige Radialfalten tragen. Der Schlossrand ist gerade. Die Sculptur besteht aus sehr gleichmässig ausgebildeten, ziemlich hohen und breiten Radialrippen, ca. 20 an der Zahl. Diese Sculptur zeigt sich auch im Innern der Schale, wo flache Rippen von rechteckigem Querschnitt den Mulden der Aussenseite entsprechen. Gegen den Rand zu vertieft sich diese Sculptur, so dass beide Schalen ganz genau ineinander greifen, indem sie eine Zickzacklinie bilden. Beiderseits haben die Schalen eine ziemlich grosse Area, deren feine Querstreifung eine feine Zähnelung des Seitenrandes bewirkt; desgleichen kann man auf den Ohren die senkrecht auf den Schlossrand verlaufende Querstreifung erkennen.

Die linke Schale unterscheidet sich von der, unter dem vorderen Ohr einen Byssusanschnitt tragenden, rechten Klappe ausserdem noch durch etwas stärkere Wölbung und einen kleinen Unterschied in der Sculptur. Während die Rippen der rechten Schale gerundet und die Mulden zwischen denselben mehr scharfeckig sind, tritt auf der linken Schale der umgekehrte Fall ein und erscheinen die Rippen schärfer, der Abfall derselben dachförmig oder concav und die Mulden rund, so dass die Rippen der rechten Schale dem Auge dicker erscheinen, mit schmäleren Zwischenräumen, während sie auf der linken Schale schlanker, mit breiteren Zwischenräumen, zu sein scheinen.

Eine feine Anwachsstreifung bedeckt gleichmässig die ganze Schale und tritt natürlich je nach dem Erhaltungszustande mehr oder weniger hervor, ist besonders in den Zwischenräumen zwischen den Rippen bemerkbar und giebt der ganzen Muschel bei guter Erhaltung ein sammetartiges Aussehen.

Dieser Sculpturunterschied der beiden Klappen scheint allen einfach gerippten *Pectines* dieser Zone eigentümlich zu sein, immer lässt es sich auch an Bruchstücken erkennen, ob wir eine rechte oder linke Klappe vor uns haben. Auch ist die linke Klappe immer die gewölbtere. Da beide Klappen an ihrem unteren Rande genau mit ihren Falten ineinanderpassen, müssen natürlich die Rippen der einen Seite genau den zwischenliegenden Mulden der anderen Seite entsprechen.

Die ausgewachsenen Exemplare dieser Form, die in den Schichten recht häufig zu sein scheint, sind ein sehr gutes Erkennungszeichen für dieselben. Dank ihrer Schalenstructur sind sie sehr gut verkieselt und treten, wenn sie auf blossliegenden Schichtflächen auswittern, sehr deutlich auf dem Gestein hervor und sind ihrer starken Wölbung wegen unverkennbar.

In denselben Schichten habe ich noch recht viel kleinere *Pectines* mit einem Durchmesser von ca. 12—18 mm gefunden, die der Rippenanzahl, der Sculptur der Schale und dem Verhalten der beiden Klappen zueinander nach durchaus obiger Art entsprechen, nur durchweg geringere Wölbung und daher auch verhältnismässig geringere Dicke zeigen. Es scheint, dass die für *Pectines* ungewöhnlich starke Wölbung dieser Art sich erst bei fortschreitendem Wachstume ausbildet und dürften daher diese Exemplare auch hierher zu stellen sein. Eine ganze Reihe ganz kleiner Jugendexemplare, deren Grösse zwischen 3 und 6 mm im Durchmesser schwankt, lassen sich natürlich kaum sicher einer bestimmten Art zuzählen.

Wahrscheinlich dürfte ein Teil der von TERQUEM und PIETTE beschriebenen zu *Pecten textorius* gestellten Formen und der als *Pecten acqualis*? abgebildete hierher gehören.

Untersuchte Stücke: 7 Klappen ausgewachsener Exemplare, ferner Bruchstücke, ca. ebensoviel mittlere und kleine Exemplare.

Fundpunkte: A. Bolgia und A. Castello.

Pecten (Chlamys) valoniensis DEFR.

Tab. III Fig. 2.

1825. *Pecten valoniensis* DEFRANCE, Mémoires de M. de Caumont p. 507 Tab. XXII Fig. 6.
1838. — *lugdunensis* LEYMERIE, Dep. du Rhône Tab. XXIV Fig. 5.
1864. — *valoniensis* DEFR., DUMORTIER, Infralias p. 58 Tab. IX Fig. 1—6, Tab. X Fig. 1—3.

In seiner Beschreibung verwechselt DUMORTIER die Klappen, indem er den Byssusausschnitt unter das hintere Ohr der linken Klappe verlegt. In folgendem, DUMORTIERS Beschreibung kurz wiedergebend, habe ich die betreffende Correktur eintreten lassen:

Gerundet, gleichseitig, sehr ungleichklappig, ausgewachsen etwas breiter als lang. Die linke Klappe, ziemlich gewölbt, trägt 22 bis 24 Hauptrippen, zwischen denen sich hie und da feine Secundärrippen einschieben, die jedoch nicht bis zum Wirbel reichen. Die ganze Schale ist mit feiner concentrischer Anwachsstreifung be-

deckt, die besonders in dem Grunde der Falten sichtbar wird. Manchmal fehlen die Secundärrippen und die Hauptrippen gruppieren sich zu zwei. Die Rippen sind alle etwa gleich stark, auch nach den Seiten zu, und ist sogar die äusserste am Hinterrande die am stärksten ausgebildete. Beiderseits besitzt die Muschel eine grosse, fein quergestreifte Area. Der Wirbel reicht nur wenig über den Schlossrand hinaus. Die rechte Klappe ist ganz flach und hat dieselbe Sculptur wie die linke, nur ist die Einschiebung von Secundärrippen viel seltener und dafür die paarweise Anordnung häufiger. Das vordere Ohr der rechten Klappe trägt einen tiefen Byssusausschnitt und zeigt 3—4 Radialfalten. Im übrigen sind beide Ohren ziemlich gleich und mit mehreren Querrippen verziert. Die Ohren der rechten Klappe sind gegen die Schale scharf abgesetzt, so dass sie in einer anderen, der des Schalenrandes parallelen, Ebene verlaufen.

Ich kann nur zwei Bruchstücke von Jugendexemplaren, denen übrigens Wirbel und Ohren fehlen, mit dieser Form identifizieren. Ferner glaube ich noch 3 schlecht erhaltene solche Schalen hierher stellen zu müssen, sowie das Bruchstück einer ausgewachsenen Schale, da dasselbe, ohne irgendwelche Spur von Verdrückung zu zeigen, ganz flach ist, — obgleich es keine Spur von Zwischenfalten oder paarweiser Anordnung der Rippen, vielmehr sonst ganz die Sculptur von *Pecten Thiollierei* zeigt.

Fundort: A. Bolgia und A. Castello.

Pecten (Chlamys) dispar Tqm.

Tab. III Fig. 3.

1855. *Pecten dispar* Terquem, Hettange p. 323 Tab. XXIII Fig. 6.

Es liegt nur das Bruchstück einer rechten Klappe eines Jugendexemplares vor. Die Sculptur besteht aus gerundeten Rippen, die grössere Zwischenräume zwischen sich haben, in die sich niedrige, feine Secundärrippen einschalten. Concentrische feine Anwachsstreifen kreuzen diese Rippen und Falten und stellen ein feines Maschwerk her, das die Schale bedeckt. Diese Anwachsstreifen treten an dem hier vorliegenden Exemplare auf der vorderen Area, auf der die Radialberippung zurücktritt, schärfer hervor und bewirken eine feine Zähnelung des Randes.

Fundort: A. Bolgia.

Pecten (Chlamys) aequalis QUST.

Tab. III Fig. 4, 5.

1851. *Pecten acuticosta* CHAPUIS und DEW., Luxembourg p. 211 Tab. XXXI Fig. 3.
1858. — *aequalis* QUENSTEDT, Jura Tab. IX Fig. 13.

Gleichklappig, flach, etwa gleich hoch wie lang, mit 18—20 Radialrippen, Schlossrand etwas convex, das hintere Ohr rechtwinklig, das vordere, nur wenig grössere, spitz mit einigen Radialfalten. Die Sculptur ist flacher, die Rinnen zwischen den Rippen sind weniger tief als bei gleich grossen Exemplaren von *Pecten Thiollierei*, von dem sich dieser Pecten schon durch die geringere Wölbung unterscheidet.

Die rechte und linke Klappe zeigen dieselben Sculpturunterschiede, auf die schon bei *Pecten Thiollierei* hingewiesen wurde, indem die Rippen der linken Klappe etwas schärfer, die der rechten gerundeter sind.

CHAPUIS und DEWALQUE, mit deren Abbildung und Beschreibung unsere Exemplare sehr gut übereinstimmen, besonders was die Sculptur anbetrifft, äussern schon Zweifel über die Zugehörigkeit der von ihnen beschriebenen Form zu *P. acuticosta* LAM. resp. *acuticostatus* ZIET.

Bei der Abbildung fallen die verhältnismässig kleineren Ohren im Vergleich zu unserer Form auf, was jedoch nicht so sehr ins Gewicht fällt, da die Verfasser ein viel grösseres, also älteres Exemplar abbilden.

Die Ohren an der linken Klappe des von mir abgebildeten Exemplares wurden durch punktierte Linien nach einem anderen Exemplare, dessen Schale nicht vollständig erhalten ist, ergänzt.

Untersuchte Stücke: 2 linke, 2 rechte Klappen.

Fundort: A. Bolgia und A. Castello.

Pecten (Chlamys) Falgeri MER.

Tab. III Fig. 1.

1853. *Pecten Falgeri* MER., ESCHER v. D. LINTH, Vorarlberg S. 19 Tab. III Fig. 17—21.
1853. — — WINKLER, Contortaschichten S. 7.
1865. — — MER., STOPPANI, Contortaschichten S. 76 Tab. XIV Fig. 3.
Cf. 1864. — *Euthymei* DUMORTIER, Infralias p. 64 Tab. X Fig. 8—10.
Cf. 1865. — *janiriformis* STOPPANI, Ibid. p. 76 Tab. XIV Fig. 4—6.

Die vorliegende Form, obgleich der vorigen sehr ähnlich, unterscheidet sich doch von ihr durch die etwas höheren und dichter

zusammenstehenden Rippen, die durch die feine, aber sehr deutlich hervortretende Anwachsstreifung ein sammetartiges Aussehen haben. Sie steht jedenfalls dem *Pecten textorius* Schlh. sehr nahe, unterscheidet sich von ihm durch etwas geringere Rippenanzahl und dichter zusammenstehende Anwachsstreifung. Würde nicht von Dumortier bei *Pecten Enthymei*, mit dem Stoppanis *janiriformis* mir ident zu sein scheint, die Körnelung der beiderseitigen äusseren Rippen — die aber vielleicht nur durch etwas stärkeres Hervortreten der Anwachsstreifung an den betreffenden Exemplaren hervorgerufen sein können, ohne den Wert eines Artenunterschiedes zu haben — hervorgehoben, so hätte ich keinen Anstand genommen, auch diese Formen mit unserer zu vereinigen.

Untersuchte Stücke: 3 rechte Klappen.

Fundort: A. Bolgia.

Subgenus: *Entolium* Meek.

Pecten (Entolium) Hehli d'Orb.

1832. *Pecten glaber* Hehl, Zieten, Versteinerungen Württembergs Tab. LIII Fig. 1 (non 1803. *P. glaber* Montague).
1850. — *Hehlii* d'Orbigny, Prodrome ét. 7 No. 130.

Zwei glatte Klappen von ganz jungen Exemplaren, denen dazu noch Schlossrand und Ohren fehlen, liegen mir von A. Bolgia vor.

Familie: **Limidae** d'Orb.

Genus: *Lima* Brug.

Subgenus: *Plagiostoma* Sow.

Plagiostoma giganteum Sow. var. **exaltatum** Tqm.

1855. *Lima exaltata* Terquem, Hettange p. 319 Tab. XXII Fig. 2.
Cf. 1860. — *punctata* Stoppani, Contortaschichten S. 73 Tab. XIII Fig. 1—6.
Cf. 1860. — *discus* Stoppani, Ebd. Fig. 7.
? 1864. — *valoniensis* Dumortier, Infralias p. 51 Tab. VI Fig. 8—10.
1866. — *praecursor* Quenst., Capellini, Specia p. 72 Tab. VI Fig. 8.

Zwei papierdünne Schalen liegen mir vor, die leider beim Aussätzen wegen ihrer bei bedeutender Grösse geringen Dicke in Stücke gingen und auch nicht zusammengeleimt werden konnten. Die Sculptur stimmt genau mit der der Terquemschen Abbildung und der eines Exemplares aus dem badischen Lias α (Wutachthal). Auch die äussere Form scheint gut zu dem Terquemschen Exemplare sowohl

als zu den Exemplaren der typischen *Lima gigantea* und *punctata* zu stimmen, da die Teile um den Wirbel zusammenhängend erhalten sind und man an ihnen sieht, dass die Seiten der Schale gegen das Schloss im fast rechten Winkel zusammenliefen. Es scheint mir sehr wahrscheinlich, dass *Lima valoniensis* DUM. dieselbe Art ist, vielleicht ebenso die von STOPPANI aus dem Rhät abgebildeten Formen.

Von der typischen *Lima gigantea* unterscheidet sich unsere Form durch die stärker ausgeprägte Sculptur. Sie hat eng aneinanderstehende, dünne, nicht ganz gleichmässig starke Rippen, die nicht ganz gerade radial verlaufen, sondern dazwischen wie schwache Wellenlinien bilden und über der Mitte der Schalenoberfläche etwas schwächer ausgebildet zu sein scheinen, als mehr nach den Seiten zu.

Sehen wir nun, wie wechselnd stark die Sculptur der *Lima gigantea* ist, wie sich alle Uebergänge zu der *Lima punctata* finden und von dieser wieder zu unserer Form, so erscheint es wohl gerechtfertigt, die Formen zusammenzuziehen. *Lima gigantea* und *punctata* werden ja wohl schon meistens vereinigt und trage ich kein Bedenken, auch unsere Form anzuschliessen und sie allenfalls als Varietäten zu unterscheiden, so dass wir die in der Mittelregion glatten als *Lima gigantea s. str.*, die mit schwacher Skulptur als *Lima gigantea var. punctata* und die mit noch stärkerer Skulptur, die sich aber durch die grössere Zahl und geringere Breite und Stärke der Rippen noch deutlich von *Lima succineta* SCHLH. = *antiquata* SOW. unterscheidet, als *var. exaltata* bezeichnen würden.

Die unter so mannigfachen Namen in den Faunenbeschreibungen des unteren Lias von den verschiedenen Autoren beschriebenen Formen die nicht in unsere Gruppe gehören, dürften wohl meistens entweder zu *Lima succineta* SCHLH. = *antiquata* SOW. oder zu *Lima Hermanni* ZIET. zu stellen sein.

Fundort: A. Bolgia.

Subgenus: *Mantellum* (BOLTEN, em.) PHILIPPI.

PHILIPPI[1] macht darauf aufmerksam, dass die „duplicaten" *Limeen* des Lias wohl kaum als solche aufzufassen sind, sondern der Gattung *Mantellum* sehr nahe stehen und wohl Vorläufer dieser Gattung darstellen dürften. Er weist darauf hin, wie bereits QUENSTEDT hervorgehoben habe, dass „*Limea duplicata* von *Plagiostoma duplica-*

[1] 1900. PHILIPPI, Morphologie der Lamillibranchiaten III Lima.

tum kaum spezifisch abweiche und jedenfalls nicht zu den Arcaceen, zu denen die echten Limeen gerechnet werden, gehöre“ [1].

Allerdings dürfte die Ansicht Quenstedts, dass *Limea* zu den Arcaceen zu stellen sei, kaum mehr anerkannt werden, vielmehr wird *Limea* jetzt wohl als zur Familie der Limiden gehörig angesehen.

Aus dem Lias der Val Solda liegen mir von solchen duplicaten „Limeen“ Exemplare von verschiedener Grösse vor, alle zeigen, soweit die Ohren gut erhalten sind, kerbzahnartige Falten zu beiden Seiten der nach innen gerundeten Grube für das innere Ligament. Sie verlaufen parallel mit den Rändern der Grube, also schräg nach innen von der Ecke zur Mitte; diese „Schlosszähne“ erscheinen auf verschiedenen Exemplaren verschieden stark ausgebildet, fehlen aber nirgends. Ich habe zum Vergleiche duplicate Limen und Limeen aus dem unteren Lias von Württemberg und Baden, sowie dem badischen Hauptoolith untersucht und dabei eigentlich alle Uebergänge von stark ausgebildeten Zähnen bis zu zahnlosem Schloss beobachten können. Dabei konnte ich bei einigen Exemplaren aus dem badischen Hauptoolith, sowie bei einem kleinen zweiklappigen von Vaihingen in Württemberg [2] bemerken, wie diese Schlosszahnbildung sich auch auf der äusseren Schalenseite der Ohren als Faltung ganz deutlich ausprägt. Wir haben es hier also nicht mit eigentlicher Zahnbildung, sondern mit einer gewissermassen Zähne ersetzenden Faltung des Schalenrandes zu thun. Es will mir scheinen, als ob die Faltenbildung in der Jugend besonders stark sei, mit dem Alter aber abnehme. Fast sämtliche kleinen Exemplare, die mir aus dem Hauptoolith vorliegen, zeigen diese „Bezahnung“ mehr oder weniger, während an den ausgewachsenen aus dem unteren Lias Deutschlands, deren Schloss allerdings nicht frei liegt, von der Seite wenigstens, nichts davon zu sehen ist.

An ganz jungen Exemplaren, deren ich eine ziemliche Anzahl aus der Val Solda habe, treten die „Zähne“, bei allen gleichmässig, sehr stark hervor, auf der linken Klappe eines grösseren Individuums erscheint die Faltung schon schwächer, während an der rechten Klappe eines noch grösseren Exemplares, bei dem die Einschiebung der Zwischenrippen zwischen die Hauptrippen schon überall stattgefunden hat, nur noch Spuren der Bezahnung als kleine Falten am äussersten Rande zu sehen sind. So erklärt sich vielleicht Vorhandensein und Verschwinden dieser Schlossausbildung nur

[1] 1858. Quenstedt, Jura S. 436.

[2] Diese Arbeit, Tab. III Fig. 14—16.

durch verschiedene Altersstadien, wobei ja bei verschiedenen Individuen, oder vielleicht auch Varietäten derselben Art, die Pseudobezahnung, wie ich sie nennen möchte, als ein Jugendmerkmal bald später, bald früher verschwinden mag.

Uebrigens habe ich auch bei einigen grossen recenten Limen (z. B. *Lima excavata* FABRICIUS) an der Innenseite der äussersten Ecke des hinteren Ohres ein paar kurze Falten gefunden, die noch an den Typus, wie ihn das grösste meiner Exemplare (Fig. 11) zeigt, erinnern. Auch an einer miocänen *Lima squamosa* LAM. glaube ich noch Spuren solcher Falten sehen zu können.

Somit dürfte es wohl feststehen, dass diese Schalenrandfalten nicht mit den Kerbzähnen der Limeen zu identifizieren sind und die „duplicaten Limeen" des Lias zu Lima zu stellen sind, während, wie schon PHILIPPI hervorhebt, *Limea margineplicata* KLIPST. in ihrer Bezahnung, die aus viel mehr (7—8) senkrecht zum Schlossrand gestellten Kerbzähnen besteht, wohl eine echte *Limea* sein mag.

Von den jüngeren Arten, die PHILIPPI zu *Mantellum* stellt, unterscheiden sich unsere Exemplare ausser durch die Bezahnung noch dadurch, dass sie gar nicht klaffen; doch weist schon PHILIPPI darauf hin, dass dieses Klaffen um so geringer ist, aus je älteren Schichten die betreffende Mantellenart stammt, und schon bei einzelnen Kreidearten nicht mehr zu beobachten ist.

Da nun unsere Form nach PHILIPPI weder zu *Plagiostoma* noch zu *Radula* zu stellen ist, so schien es mir angängig zu sein, dieselbe zu *Mantellum* zu stellen, indem ich davon absehe, eine neue Gattung aufzustellen.

Sollte es sich durch Beobachtungen an reichlichem Material verschiedener Provenienz erweisen, dass meine Vermutung, dass es sich bei der Pseudobezahnung um ein Wachstumsstadium handelt, richtig ist und sollten diese Formen innerhalb der Gattung *Mantellum* belassen werden, so würde die Definition der Gattung dahin zu ergänzen sein, dass die mesozoischen Formen (wenigstens zum Teil) in der Jugend eine später verschwindende Pseudobezahnung der Schalenseitenränder unter dem Schlossrande zeigen.

Mantellum pectinoide SOW.

Tab. II Fig. 6—13.

1815.	*Lima pectinoides*	SOWERBY, Mineral Conchol. Tab. 114 Fig. 4.
1850.	— *Eryx*	D'ORBIGNY, Prodrome I p. 219 (ét. 7 No. 122).
1850.	— *fallax*	CHAPUIS und DEW., Ibid. p. 195 Tab. XXVII Fig.

? 1850. *Lima Omalusii* Chapuis und Dew., Ibid. p. 196 Fig. 5.
1850. — *duplicata* — Ibid. p. 198 Tab. XXX Fig. 3.
Cf. 1850. *Limea Koninckana* — Ibid. p. 192 Tab. XXVI Fig. 9.
1856. *Lima hettangensis* Terquem, Hettange p. 320 Tab. XXIII Fig. 1.
? 1856. — *dentata* — Ibid. p. 321 Tab. XXIII Fig. 4.
1858. — *tecticosta* Rolle, Liasversteinerungen S. 16 Fig. 9.
1858. *Plagiostoma duplum* Quenstedt, Jura S. 47 Tab. IV Fig. 4—7.
1858. — *pectinoides* — Ibid. p. 58 Tab. VI Fig. 1—2.
1864. *Lima duplicata* Dumortier, Infralias p. 58 u. 157 Tab. XXIV Fig. 17.
1865. — — Mstr, Terquem und Piette, Lias inférieur p. 97.
1866. — *subdupla* Stoppani, Contortaschichten S. 75 Tab. XIII Fig. 11—12.
1866. — *hettangensis* Stoppani, Ebd. S. 207 Tab. XXIV Fig. 16.

Gleichklappig, stark gewölbt, ungleichseitig, nach vorne schief verlängert, der vordere Rand steil abfallend und eine ziemlich grosse etwas concave Lunula bildend, gerader Schlossrand, mit vorne und hinten gleich grossen Ohren zu beiden Seiten des nach einwärts gedrehten Wirbels. Das innere Ligament in einer halbkreisförmigen Grube unter dem Wirbel; die Sculptur besteht in der Jugend aus starken dachförmigen, oben etwas abgerundeten Rippen (ca. 18), zwischen die sich in einem späteren Wachstume feine Secundärrippen einschieben, ausserdem wird die Schale von einer feinen Radialstreifung bedeckt, die von ebensolchen Anwachsstreifen gekreuzt werden. Auf der Lunula und dem hinteren Schalenabfall sind die Rippen ebenfalls, nur schwächer, vorhanden. Zu beiden Seiten der Ligamentgrube einige schräge Pseudoschlosszähne (Schalenrandfaltung), die mit zunehmendem Wachstume schwächer werden und verschwinden.

Sieht man von den Schlosszähnen ab, so kann ich unsere Form (Fig. 10) von der *Lima pectinoides = hettangensis* nicht unterscheiden. Bei typischen Exemplaren letzterer Form, von Hettingen sowohl als solchen aus dem badischen unteren Lias, sieht man, dass die Zwischenrippen sich erst deutlich bei einer Höhe der Schale von ca. 1 cm zeigen und nicht alle gleichzeitig beginnen. Sobald der Erhaltungszustand nicht ganz vorzüglich ist, kann man sie erst in noch späterem Wachstumstadium erkennen, während bei sehr guter Erhaltung der Schale durch die auf dem Boden der Furchen etwas mehr hervortretende, schon von Quenstedt bemerkte, feine Längsstreifung der Schale die Ausbildung der Einschaltrippen angedeutet erscheint. Bei den kleinen duplicaten bezahnten Limen des Hauptoolithes, die auch etwas breiter im Vergleich zur Höhe zu sein scheinen, ist die Einschiebung von Secundärrippen schon in einem früheren Stadium zu bemerken.

Bei dem mittleren Exemplare, das ich abbilde, ist nur eben (vom Zeichner nicht genügend hervorgehoben) der Beginn der Einschaltung der Zwischenrippen wahrzunehmen, während die kleinen Exemplare einfache Berippung zeigen, — wie die badischen und Hettinger Exemplare auf dem entsprechenden Teile der Schale.

Bei der zum Vergleich abgebildeten kleinen *Lima* von Vaihingen zeigt die linke Klappe keine Spur von duplikater Berippung, während die rechte bei viel flacherer Sculptur schon deutliche Zwischenrippen erkennen lässt. Diese Lima, die ziemlich starke Unterschiede in der Sculptur auf beiden Klappen zeigt und deren rechte Klappe auch kleiner ist als die linke, mit unserer Art zu vereinigen ist, scheint mir nicht angängig, eher ist sie mit *Lima Hausmanni* zu vergleichen.

Eine Bezahnung des Schlossrandes, der unserer Exemplare ziemlich entsprechend und noch mehr der von denen aus dem Hauptoolith gleichend — da solche Zähne in grösserer Anzahl vorhanden sind und sie sich an dem Schalenrande weiter nach unten fortsetzen —, bilden CHAPUIS und DEW. loc. cit. als *Limea koninckana* ab.

Ueberblickt man die Litteratur, so findet sich, dass die hier besprochene Art unter sehr vielen Namen aufgeführt wird BRAUNS[1] führt eine ganze Reihe Synonima sowohl für *Limea acuticosta* als *Lima pectinoides* an, ohne dabei noch die Liste zu erschöpfen. Es erscheint wohl sehr wahrscheinlich, dass man bei Vergleichung der Originale gewisse Arten wird unterscheiden können, auch dass speziell die wohl häufigste Liasart, *L. pectinoides* von der *L. duplicata* des Doggers sich wird unterscheiden lassen, vielleicht auch eine Art im unteren Lias mit einfachen Rippen, zwischen die sich auch bei grösserem Wachstume keine Secundärrippen einschieben; solange aber diese Sichtung nicht einwandsfrei erfolgt ist, scheint es mir das beste zu sein, die duplikaten Limen des unteren Lias als *pectinoides* zusammenzufassen — ausser denen, die mit *Lima Hausmanni* zu identifizieren sind — während denen des Dogger der Name *duplicata* verbliebe.

CHAPUIS und DEWALQUE haben eine ganze Reihe von Arten aufgestellt, von denen gewiss ein Teil einzuziehen sein wird. Es fällt dabei auf, dass bei ihnen die Angaben über Rippenzahl nicht mit den Abbildungen übereinstimmen, was wohl daher kommen mag, dass sie auch sämtliche Rippen auf den Areae mitzählen, während andere Autoren nur die auf dem Mittelteile zählen.

---

[1] 1871. Der untere Jura S. 378, 380.

Lima hettangensis führt Stoppani aus dem unteren Lias von Meillerie am Genfer See an, während er seine *Lima subdupla*, nur ein Bruchstück, aus den Contortaschichten, mit *Plagiostoma duplum* Quenst. identifiziert. Es dürfte schwer sein zu entscheiden, ob wir die Form hierher oder zu *Lima Hausmanni* zu stellen haben.

Untersuchte Stücke: 18 einzelne Klappen.

Fundort: A. Bolgia und A. Castello.

Mantellum aff. **Hausmanni** Dkr.

Tab. III Fig. 14—16.

Cf. 1836. *Limea acuticosta* Goldfuss, Petrefacta p. 103 Tab. CVII Fig. 8.
Cf. 1846. *Lima Hausmanni* Dunker, Lias v. Halberstadt S. 41 Tab. VI Fig. 26.
Cf. 1852. — — Dkr., Chapuis und Dew., Luxembourg p. 195 Tab. XXVII Fig. 2.
Cf. 1856. — *pectinoides* Oppel, Jura S. 101.
Cf. 1865. — *Hausmanni* Dkr., Terquem und Piette, Lias inférieur p. 98.
Cf. 1865. *Limea acuticosta* Mstr., Ibid. p. 96.
Cf. 1876. — *Blakeana* Tate und Blake, Yorkshire Lias p. 368 Tab. XIV Fig. 5.

Philippi macht darauf aufmerksam, dass *Lima Hausmanni* von *pectinoides* zu trennen sei. Allerdings scheint ihre Gestalt eine etwas andere zu sein, nach oben spitzer, mit kürzerem Schlossrande, so dass eine mehr dreieckige Form entsteht. Ganz dieselbe Form zeigt das bereits erwähnte Exemplar aus dem Lias α von Vaihingen in Württemberg und entspricht die linke Klappe mit ihrer aus gleichmässig breiten einfachen Rippen bestehenden Sculptur ganz den citierten Abbildungen. Nur zeigt der Schalenrand zu beiden Seiten des Schlosses die erwähnte zahnähnliche, von aussen sichtbare Faltung. Die rechte Klappe ist etwas kleiner und trägt nur schwach erhabene Rippen mit viel grösseren Zwischenräumen, in denen sich je eine feine, sich wenig abhebende Secundärrippe zeigt. Die Zahl der Hauptrippen entspricht der der einfachen Rippen der linken Klappe so, dass jede Rippe genau unter einer Furche der linken Klappe liegt.

Untersuchte Stücke: 1 zweiklappiges Exemplar von Vaihingen in Württemberg.

Familie: **Spondylidae** Gray.

Genus: *Plicatula* Lam.

Plicatula spinosa Sow.

1819. *Plicatula spinosa* Sowerby, Min. Conch. Tab. 245 Fig. 1—4.
1836. — *ventricosa* Münster, Goldfuss, Petrefacta Tab. 107 Fig. 3.
?1836. — *nodulosa* Ziet., Römer, Oolithgebirge S. 61 Tab. XIII Fig. 24.

1855. — *spinosa* SOW., TERQUEM, Hettange p. 327.
1856. *Plicatula ventricosa* MSTR., OPPEL, Juraformation § 14 No. 109.
1858. — *oxynoti* QUENSTEDT, Jura S. 109 Tab. XIII Fig. 24—25.
1864. *Harpax spinosus* DUMORTIER, Infralias p. 72 Tab. XII Fig. 1—3, 8—9.
1865. *Plicatula spinosa* TERQUEM und PIETTE, Lias inférieur p. 107.

Mir liegt nur ein zerbrochenes Exemplar der aufgewachsenen (rechten) Klappe vor. Die Sculptur besteht aus concentrischen, aufblätternden Streifen, die von Radialfalten gekreuzt werden, sich dachziegelartig überlagern und, auf der Höhe der Falten stärker auswachsend und aufgebogen, stachelartige Fortsätze bilden.

Fundort: A. Bolgia.

Plicatula hettangensis TQM.

Tab. I Fig. 20, 21.

1855. *Plicatula hettangensis* TERQUEM, Hettange p. 326 Tab. XXIV Fig. 3—4.
1865. — — TQM., TERQUEM und PIETTE, Lias inférieur p. 108.

Der vorigen ziemlich ähnlich. Auf dem oberen, gewölbten Teil der Schale stehen die Radialfalten als scharfe, durch die concentrische Streifung schuppige, feine Rippen dicht zusammen. Auf dem sich abflachenden äusseren Teile der Schale sind die Falten gröber, stehen nicht so dicht zusammen, und erheben sich die Schuppen zu Stacheln, ganz wie bei *Pl. spinosa*. Es erscheint mir ziemlich wahrscheinlich, dass beide Formen zu einer Art gehören und vielleicht nur als Varietäten anzusehen sind, doch habe ich nicht genügendes Material, um es zu entscheiden.

Fundort: A. Bolgia.

Familie: Dimyidae FISCHER.

Genus: *Dimyopsis* BITTNER 1901.

Dimyopsis Emmerichi nov. nom.

Tab. II Fig. 1—3.

1851. *Ostrea placunoides* MSTR., SCHAFHÄUTL, Südbayerisches Vorgebirge S. 413 Tab. VIII Fig. 7.
1853. — *intustriata* EMMERICH, Geognost. Beobachtungen S. 52.
1853. *Plicatula intustriata* EMM., HAUER Gliederung der Trias etc. S. 24.
1853. *Spondylus obliquus* KLIPST., ESCHER, Vorarlberg Tab. IV Fig. 44—45.
1860. *Plicatula intustriata* EMM., STOPPANI, Contortaschichten S. 80 Tab. XV Fig. 9—16.
? 1855. *Spondylus liasinus* TERQUEM, Hettange p. 326 Tab. XXIII Fig. 7.
1864. *Plicatula intustriata* EMM., DUMORTIER, Infralias p. 74 Tab. I Fig. 13—16.
1866. *Plicatula intustriata* EMM., CAPELLINI, Spezia p. 74 Tab. VI Fig. 12.

Cf. 1889. *Dimyodon intustriatum* Emm. sp. v. Wöhrmann, Contortaschichten S. 209 Tab. VIII Fig. 4—6.
Cf. 1895. — *Wöhrmanni* Bittner, Alpine Trias S. 219.
Cf. 1901. *Dimyopsis intusornata* Bittner, Bakony p. 72 Tab. VI Fig. 27—28.
non 1900. *Dimya? intustriata* d'Arch., Oppenheim, Priabonaschichten S. 126, Tab. XVII Fig. 2 u. 9. (= 1848. *Anomia intustriata* d'Arch., Mem. S. G. de Fr. ser. II Bd. III p. 441. = 1861. *Vulsulla internostriata* Guembel, Bayerische Alpen S. 661.)

Die zwei best erhaltenen Exemplare habe ich abbilden lassen. Leider sind auch diese nicht ganz vollständig, doch ist die innere Schalensculptur an ihnen gut zu sehen.

Die „*Plicatula intustriata*" gilt vor allem als Leitfossil für die Kössener Schichten, während sie im Lias nur an wenigen Punkten vorzukommen scheint.

Dumortier bemerkt, dass diese Art in den *Planorbis*schichten des Rhônebeckens sehr häufig, ja geradezu für die Schichten leitend ist. Die Verbreitung dieser Art im Rhônebecken ist wohl zum grossen Teil der Grund gewesen, dass die *Contorta*schichten von manchen älteren Autoren (z. B. Stoppani) für Aequivalente der *Planorbis*zone angesehen worden sind. Im unteren Lias scheint *Pl. intustriata* nur noch, wenn auch selten, in der Moselgegend vorzukommen, da wir wohl für Spezia, wie ich bereits früher angeführt habe, annehmen müssen, dass Cappellini hier die Contortaschichten nicht von der Planorbiszone getrennt hat.

v. Wöhrmann führt die Art schon aus den Raibler Schichten an, doch ist Bittner der Ansicht, dass die Raibler Formen von der rhätischen zu trennen sei und nennt die Wöhrmannsche Art daher *Dimyodon Wöhrmanni*.

Wöhrmann hatte angegeben, dass *D. intustriatum* mit der linken Schale aufgewachsen sei; dagegen weist Bittner nach, dass die rechte Schale die aufgewachsene ist, und glaubt auch aus Wöhrmanns Bemerkungen folgern zu können, dass er die Klappen verwechselt hat. An der kleineren hier abgebildeten Schale glaube ich ebenfalls den Muskeleindruck erkennen zu können, der beweist, dass wir eine rechte Klappe vor uns haben, was Bittners Ansicht bestätigt. Ferner meint Bittner, dass die Arten aus dem Formenkreise der *D. intustriata* weder bei *Plicatula* belassen, noch zu *Dimyodon* oder *Dimya* gezogen werden können. Er bezeichnet sie als Dimyaartige Plicatuliden und benennt sie mit einem neuen Gattungsnamen *Dimyopsis*.

Dem aus den Raibler, Kössener und untersten Liasschichten uns bekannten Formenkreise der „*Plicatula intustriata*“ offenbar sehr nahe verwandte Formen finden sich wieder im Oligocän (Priabonaschichten). OPPENHEIM stellt sie zu *Dimya*?, wobei er sich gegen BITTNERS Ansicht wendet, der diese Formen mit *Plicatula* in nahe Beziehung bringen will. Bei den tertiären Formen meint OPPENHEIM sicher nachweisen zu können, dass die linke Klappe die aufgewachsene sei, im Gegensatz zu den mesozoischen.

Da nun jetzt beide Formen, die EMMERICHsche und die von D'ARCHIAC, wohl zu derselben Gattung oder wenigstens Gattungsgruppe zu stellen sind, ob man sie nun *Dimya* nennt oder den BITTNERschen Namen *Dimyopsis* acceptiert, so muss jedenfalls eine von beiden mit einem anderen Namen bezeichnet werden. Der Anciennität nach hätte der Name der D'ARCHIACschen Form zu verbleiben. Es läge daher nahe, einen der Namen, unter denen die rhätische Art sonst in der Litteratur angeführt worden ist, zu benutzen. Wenn wir aber dieselben bei den Autoren, die sie geschaffen, verfolgen, so finden wir, dass diese Namen anderen Formen zukommen und nur irrtümlicher Weise für sie verwandt worden sind; so bezeichnet der Name *Ostrea placunoides* MÜNSTER[1] eine Form aus dem Muschelkalk, *Spondylus obliquus* MÜNSTER[2] eine der unserigen nahestehende, aber wohl nicht idente aus den Cassianer Schichten; *Anomia alpina* WINKLER[3], die STOPPANI als Synonym anführt, dürfte wohl, wie es MARTIN[4] annimmt, Synonym von *Anomia pellucida*, TQM.[5] sein. Es bleibt noch der Name *Spondylus liasinus* TQM. (loc. cit.) übrig, doch erscheint es mir sehr fraglich, ob STOPPANI mit der Identifizierung Recht hat. Uebrigens erscheint dieser Name für eine Art, die sich hauptsächlich im Rhät findet, wenig geeignet. Ich schlage daher vor, die rhätische *Dimyopsis intustriata*, da dieser Name schon vergeben war, nach dem Autor EMMERICH, der sie zuerst als noch nicht benannte Form erkannt hat, *Dimyopsis Emmerichi* nov. nom. zu benennen.

Sollte es sich bei Vergleich von reichlicherem Materiale, als es mir zur Verfügung stand, herausstellen, dass unsere und DUMOTIERS Liasform von der rhätischen zu trennen sei, was ich jedoch bezweifle,

---

[1] 1839. GOLDFUSS, Petrefacta II S. 18 Tab. LXXIX Fig. 1.
[2] 1841. MÜNSTER, Beiträge z. Geognos. Tirols IV S. 74 Tab. VI Fig. 34.
[3] 1859. WINKLER, Avicula contorta S. 5 Tab. I Fig. 1.
[4] 1865. MARTIN, Étage Rhaetien S. 250.
[5] 1855. TERQUEM, Hettange p. 112 Tab. XXV Fig. 5.

anderseits diese Form mit dem Terquemschen *Sp. liasinus* ident sein, so hätte der Terquemsche Name für diese Form einzutreten, während die Rhätform dann allein den Namen *Emmerichi* zu führen hätte.

Untersuchte Stücke: 7 einzelne Klappen.

Fundort: A. Bolgia und A. Castello.

Familie: Ostreidae Lam.

Genus: *Ostrea* Lin.

Ostrea sublamellosa? Dkr.

1846. *Ostrea sublamellosa* Dunker, Halberstadt S. 41 Tab. VI Fig. 27—30.
1864. — — Dkr, Dumortier, Infralias p. 79 Tab. I Fig. 8—12, Tab. VII Fig. 12—14.

Ein kleines, zweiklappiges Exemplar, dem die Wirbelregion fehlt, stellte ich hierher.

Fundort: A. Bolgia.

Ostrea irregularis Mstr.

1834. *Ostrea irregularis* Mstr., Goldfuss, Petrefacta II S. 20 Tab. LXXIX Fig. 5.
1855. — *anomala* Terquem, Hettange p. 329 Tab. XXV Fig. 5.

Zwei kleine Exemplare von ca. $1^3/_4$ cm Durchmesser, von denen eines mit der Wirbelregion an eine glatte Fläche senkrecht zur Commissurebene angewachsen war (nur untere Klappe) und dünnschalig ist, das zweite, doppelklappige etwa mit der halben unteren Fläche aufgewachsen war, stimmen sehr gut mit den Abbildungen von Goldfuss und Terquem überein. Brauns dürfte wohl Recht haben, wenn er *O. anomala* zu *O. irregularis* zieht. Ob unsere Art wirklich mit *Gryphea arcuata* zusammenzuziehen ist, wie es Oppel und Brauns wollen, erscheint mir mindestens zweifelhaft.

Untersuchte Stücke: 1 untere Klappe und 1 doppelklappiges Exemplar.

Fundort: A. Bolgia und A. Castello.

?Anomia sp.

Ein kleines fast kreisrundes, zusammengedrücktes doppelklappiges Exemplar stelle ich zu *Anomia*, ohne es näher bestimmen zu können.

Familie: **Mytilidae** LAM.

Genus: *Mytilus* LIN.

Mytilus productus TERQUEM.

1837. *Mytilus scalprum* GOLDFUSS, Petrefacta II Tab. CXXX Fig. 9 (non SOW., non PHILL.).
1855. — *productus* TERQUEM, Hettange p. 311 Tab. XXI Fig. 7.
1856. — *Morrisi* OPPEL, Juraformation S. 99.
1871. *Modiola scalprum* SOW., BRAUNS, Unterer Jura S. 348—pars.

OPPEL unterscheidet seine Art von dem *M. scalprum* des mittleren Lias. TERQUEM unterscheidet sogar im unteren Lias noch die Art *M. productus* von *M. scalprum*, doch scheint mir die Unterscheidung, die darin beruht, dass der Kiel, der auf den beiden Klappen, vom Wirbel ausgehend, sich ausprägt, bei ersterer Form, die er in einem recht grossen Exemplare abbildet, etwas früher verschwinde, ferner sich in der noch stärker ausgebildeten Krümmung der Schalen ausspräche, zu geringfügig zu sein und wohl nur in verschiedenen Altersstadien ihren Grund zu haben. Ich war im Zweifel, unter welchen Namen ich meine Form aufführen sollte. Ich habe nach OPPEL den Namen *scalprum* den mittelliasischen Exemplaren allein belassen, da mir genügendes Vergleichsmaterial fehlt. Sollte es sich erweisen, dass die unterliasische und mittelliasische Form ident sind, so wäre natürlich der Name *productus* einzuziehen und die Form *scalprum* zu benennen. OPPEL dürfte wohl unter *M. Morrisi* dieselbe Art im Auge gehabt haben.

Mir liegt ein gut erhaltenes zweiklappiges Exemplar von 210 mm Länge, 96 mm Breite und 76 mm Höhe vor.

Fundort: A. Bolgia.

Familie: **Arcidae.**

Genus: *Parallelodon* MEEK. (*Macrodon* LYC.)

Parallelodon sinemuriense MART. sp.

Tab. IV Fig. 3—6.

? 1847. *Mya? parvula* DUNKER, Lias v. Halberstadt S. 116 Tab. XVII Fig. 5.
1859. *Arca sinemuriensis* MARTIN, Côte d'Or S. 87 Tab. VI Fig. 1—3.
1859. — *Collenoti* — Ibid. Fig. 4—6.
Cf. 1858. *Cucullaea psilonoti* QUENSTEDT, Jura S. 50 Tab. IV Fig. 22.

Ungleichseitig, gleichklappig, Schale oval vierseitig, gewölbt, der vordere Rand abgerundet, der hintere schief abgeschnitten, Schlossrand lang, gerade, mit einigen schiefen Querzähnchen vor dem Wirbel und langen, dem Schlossrande parallelen Leistenzähnen hinter demselben, Bandarea niedrig. Wirbel nach vorne gekrümmt, etwas vorderständig, über denselben verläuft eine flache Furche etwas schräg nach hinten zum unteren Rande. Hinter dem Wirbel anfangend, ziehen sich nach hinten auf der dort abgeflachten Schale, fast parallel dem Schlossrande, zwei flache Furchen, so dass eine Art Kamm zwischen ihnen entsteht. Die Sculptur der Schale besteht aus feinen Radialrippen, die von einer feinen etwas schuppigen Anwachsstreifung gekreuzt werden. Bei einzelnen Exemplaren tritt mehr die doppelte Furche des hinteren Teiles der Schale, bei anderen mehr die Mittelfurche, die über den Wirbel läuft, hervor, so dass man geneigt sein könnte, mit Martin zwei Arten zu unterscheiden, doch finden sich Uebergänge, die mich veranlasst haben, beide Arten zusammenzuziehen.

Martin hebt die Aehnlichkeit seiner Form mit *Cucullea Hettangensis* hervor, doch zeigt die Abbildung bei Terquem[1] eine etwas andere Zahnbildung, indem die vorderen Querzähne schon mehr von der Mitte des Schalenrandes aus beginnen und vor denselben auch noch Leistenzähne sich einzustellen scheinen. Dunkers *Mya? parvula* könnte wohl auch dieselbe Form, wie die unserige, darstellen.

Während unter Stoppanis Fauna aus den Contortaschichten sich keine unserer ähnlichen Form findet, scheinen sehr ähnliche Formen in den Cassianer Schichten vorzukommen. Bittner[2] bildet solche ab. Doch fällt es auf, wie fast jede Art ein etwas anderes Schloss zeigt. Bittner scheint auch nicht ganz sicher gewesen zu sein, wohin die Arten zu stellen, da wir die Bezeichnungen *„Cucullea (? Macrodon)“* und *„Macrodon (Cucullea)“* bei ihm finden.

Auch ich war zweifelhaft, wohin die vorliegende Art zu stellen sei und ob sie sich überhaupt unter eine bestehende Gattung anstandslos einreihen lasse. Am meisten gleicht die Bezahnung noch der der Formen aus dem Carbon, die de Konick zu *Parallelodon* stellt.

Während Fischer[3] als Subgenus den Namen *Parallelodon* aufstellt, und *Macrodon* als eine „section“ davon ansieht, scheint Zittel

[1] 1855. Hettange p. 308 Tab. XXI Fig. 3.

[2] 1895. Bittner, Alpine Trias Tab. XV.

[3] Fischer, Manuel de Conchyliologie.

beide Namen als Synonyma anzusehen und giebt in seinem Handbuch dem Namen *Macrodon* den Vorzug, während in der neuen englischen Ausgabe der Name *Parallelodon* an erster Stelle steht und *Macrodon* eingeklammert dahinter.

Untersuchte Stücke: 19 zum Teil rechte, zum Teil linke Klappen.

Fundort: A. Bolgia und A. Castello.

Genus: *Nuculina* D'ORB.

Nuculina liasina n. f.

Tab. IV Fig. 2.

Kleine gleichklappige ovale Muschel, die stark gewölbten glatten Schalen nach hinten etwas verlängert, der Wirbel nach vorne und innen gedreht, unter dem Wirbel fünf kleine Leistenzähne, senkrecht zum Schlossrand; dahinter ein grosser Seitenzahn, grosser hinterer Muskeleindruck.

Die Bezahnung stimmt absolut mit der für *Nuculina* angegebenen überein. In ZITTELS Handbuch hat sich ein Fehler eingeschlichen, wenn von einem vorderen Seitenzahn gesprochen wird. Aus der Lage der Muskeleindrücke auf seiner Abbildung geht hervor, dass wir in derselben die einer linken Klappe vor uns haben. FISCHER (Manuel de Conchologie) giebt richtig den Seitenzahn als hinteren an. Bisher scheinen Nuculinen nur aus dem Tertiär bekannt zu sein.

Ausser der einen linken Klappe, über deren Stellung zu *Nuculina* kein Zweifel sein kann, liegen mir zahlreiche kleine doppelklappige Exemplare vor, von zum Teil noch geringerer Grösse; sie sind, dem Schalenumriss und übrigen Habitus nach, wohl ebenfalls hierher zu stellen, obgleich das Schloss nicht sichtbar ist.

Untersuchte Stücke: 1 einzelne linke Klappe, 18 doppelklappige Exemplare.

Fundort: A. Bolgia und A. Castello.

Familie: **Astartidae** ARAY.

Genus: *Astarte* SOW.

Astarte subtetragona MSTR.

Tab. IV Fig. 11—13.

1839. *Astarte subtetragona* MSTR., GOLDFUSS, Petrefacta S. 190 u. 304 pars Tab. CLIV Fig. 6 a u. b.

Cf. 1852. — *complanata* ROEM., QUENSTEDT, Handbuch S. 542 Tab. LVI Fig. 1.

? 1855. *Astarte irregularis* Terquem, Hettange p. 294 pars (non) Tab. XX Fig. 5.
Cf. 1875. — *Heberti* Terquem und Piette, Lias infér. p. 74 Tab. VI Fig. 22—24.

Gleichklappig, ungleichseitig, rhombisch-oval. Die Wirbel vorderständig, nach vorne gekrümmt. Ovale tiefe Lunula, schmale lancettförmige Area, die sich scharf abhebt und von der Bandgrube nur halb ausgefüllt wird. Die Sculptur besteht aus concentrischen, scharfen Hauptrippen, die etwa viermal so breite etwas concave Zwischenräume zwischen sich lassen, auf denen drei bis vier concentrische, schwach angedeutete Linien eben noch zu sehen sind. Der Schalenrand innen gekerbt. Die concentrischen Hauptrippen scheinen mit fortschreitendem Wachstum an Stärke abzunehmen.

Goldfuss führte die Form erst als *excavata* Sow. an und ändert die Bezeichnung in *subtetragona* S. 304 („Verbesserungen"). Er fasst die *A. complana* Roem. als Synonym auf, wogegen Roemer[1] Einspruch erhebt, indem er hervorhebt, dass seine *complanata* aus dem Dogger stamme, während die Goldfusssche in dem oberen Lias sich finde.

Terquem[2] scheint als *A. irregularis* zwei verschiedene Formen zusammengefasst zu haben, von denen die eine vielleicht zu obiger Art gehören könnte, während die abgebildete Form jedenfalls nicht mit unserer übereinstimmt. Er erwähnt bei seiner Form eine kielartige Erhebung der Schale, die schräg nach hinten über dieselbe weg zieht, was bei unserer Form sich nicht findet.

Quenstedts *A. psilonoti*[3] dürfte sich, obgleich sonst sehr ähnlich, durch das Fehlen der inneren Randkerbung unterscheiden, wie solches auch von Goldfuss[4] bei der *A. integra* hervorgehoben wird.

Meine Exemplare stimmen durchaus mit Goldfuss' Abbildung der „jungen" *A. subtetragona* und habe ich sie daher mit derselben identificiert. Es scheint mir zweifelhaft, ob die Fig. a und b wirklich mit c und d dieselbe Art darstellen.

Untersuchte Stücke: 3 doppelklappige Exemplare und 23 einzelne teils rechte, teils linke Klappen.

Fundort: A. Bolgia und A. Castello.

[1] 1839. Roemer, Versteinerungen d. norddeutschen Oolithgebirges, Nachtrag S. 40.
[2] Loc. cit.
[3] 1858. Quenstedt, Der Jura S. 45 Tab. III Fig. 14.
[4] Loc. cit. S. 191.

Astarte cingulata TQM.

Astarte cingulata TERQUEM, Hettange p. 294 Tab. XX Fig. 6.

Gerundete flache Schale mit kleinem Wirbel, ziemlich starker, weit auseinanderstehender concentrischer Streifung, zwischen diesen Streifen sind noch je drei bis vier feine ebensolche Streifen zu bemerken. Schalenrand innen glatt, ungekerbt. Das Schloss ist leider nicht zu sehen, doch stimmt Form und Sculptur sehr gut mit TERQUEMS Beschreibung und Abbildung.

Fundort: A. Bolgia.

Familie: Lucinidae DESH.

Genus: ? *Corbis* CUV.

Corbis? obscura, TQM. und PIETTE.

Tab. III Fig. 17—20.

1875. *Lucina obscura* TERQUEM et PIETTE, Lias infér. p. 88 Tab. VIII Fig. 11—13.
Cf. 1839. *Venus pumila* MSTR., GOLDFUSS, Petrefacta S. 243 Tab. CL Fig. 7.
Cf. 1850. *Lucina pumila* D'ORBIGNY, Prodrome p. 235 No. 176.
Cf. 1875. — *ovula* TERQUEM et PIETTE, Lias infér. p. 87 Tab. VIII Fig. 14—16.

Gleichklappig, ungleichseitig, ziemlich convex, Wirbel etwas hinterständig, nach vorne gekrümmt, vorderer Schalenrand zusammengedrückt, kleine, kurzovale, tiefe Lunula, lancettförmige Area mit äusserlichem Ligament, concentrisch gestreift. In der rechten Klappe ein starker Cardinalzahn und je ein vorderer und hinterer Seitenzahn; in der linken zwei Cardinalzähne und je ein Seitenzahn.

Ich habe die mir beschriebene Art hierher gestellt, obgleich die Abbildungen, Fig. 11 und 12, nicht ganz übereinstimmen, doch machen dieselben den Eindruck, nicht recht gelungen zu sein. Die Fig. 13, die die Umrisse in natürlicher Grösse giebt, stimmt aber sehr gut, und auch die Beschreibung, — bis auf die Bemerkung, dass ausser dem Cardinalzahn nur ein hinterer Seitenzahn vorhanden sei, was wohl an dem Erhaltungszustande gelegen haben mag. Die Verfasser erwähnen diese Art aus den Angulatenschichten, während *L. ovula* in dem Planorbishorizonte sich finden soll.

Ich war geneigt, die Muschel zu *Lucina problematica* TQM.[1] zu stellen, doch scheint sich letztere durch die kaum sichtbare Lunula zu unterscheiden, während die Lunula bei unserer Form sehr deutlich hervortritt. Von *L. ovula* unterscheidet sich unsere Form durch

[1] 1855. TERQUEM, Hettange p. 337 Tab. XX Fig. 20.

den weniger über den Schlossrand vorspringenden Wirbel und den glatten Schalenrand, während Tqm. und Piette für *L. ovula* eine feine Zähnelung des Randes angeben. *L. pumila* wird bisher nur aus dem mittleren Lias erwähnt, gleicht aber sonst recht sehr unserer Art.

Da Muskeleindrücke nicht zu erkennen sind, ist es nicht leicht, zu entscheiden, ob die Art zu *Lucina* oder zu *Corbis* gehört, der ganzen Gestalt nach aber möchte ich sie eher zu letzterer Gattung stellen. Die Angabe von Tqm. und Piette, dass *L. ovula* einen gekerbten Schalenrand habe, spricht dafür, dass diese Art ebenfalls bei *Corbis* einzureihen sei.

Nach kleinen Schalen von jugendlichen Exemplaren, die vollkommen mit den ausgewachsenen übereinstimmen, sind die Schlosszeichnungen in viermaliger Vergrösserung angefertigt, während das abgebildete doppelklappige Exemplar zweimal vergrössert wurde.

Untersuchte Stücke: 4 Exemplare und 5 einzelne Klappen von Jugendexemplaren.

Fundort: A. Bolgia und A. Castello.

Familie: Cardiidae Lam.

Genus: *Cardium* Lin.

Cardium Heberti Tqm. sp.

Tab. IV Fig. 7—10.

1855.	*Cardita? Heberti*		Terquem, Hettange p. 302 Tab. XX Fig. 10.
1859.	*Cardium Terquemi*		Martin, Côte d'Or p. 86 Tab. V Fig. 16—20.
1865.	—	—	Mart., Terquem und Piette, Lias infér. p. 71.
1864.	*Cardita Heberti*		Tqm., Dumortier, Infralias p. 146 Tab. XXI Fig. 10—12.
1871.	*Cardium*	—	Tqm., Brauns, Unterer Jura S. 326.
Cf. 1856.	—	*cloacinum*	Quenst., Oppel und Süss, Aequivalente S. 540 Tab. II Fig. 2.
Cf. 1858.	—	—	Quenstedt, Jura Tab. I Fig. 37.

Gerundeter Umriss, Schale gewölbt, Wirbel nach vorne und einwärts gebogen, stark über den Schlossrand vortretend. Die Sculptur besteht aus zahlreichen eng aneinanderschliessenden gerundeten Radialrippen, die von feiner concentrischer Streifung bedeckt und von einzelnen stärker hervortretenden Anwachsstreifen gekreuzt werden. Kleine tiefe Lunula und lancettförmige Area mit äusserlichem Ligament. Das Schloss besteht aus einem Hauptzahn in der rechten Klappe, zwei kleineren zu beiden Seiten der breiten Zahngrube in der

linken Klappe, dazu vorne und hinten je ein Seitenzahn. Der Schalenrand ist innen gekerbt.

MARTIN betont, dass sein *C. Terquemi* in äusserer Form und Sculptur durchaus mit erstgenannter Art übereinstimme, seine Form aber ein richtiges Cardiumschloss zeige. Er erwähnt ferner, dass die jungen Exemplare nicht so aufgebläht seien als ausgewachsene, die ca. 8—9 mm Grösse erreichen. DUMORTIER will beide Formen nach der Sculptur unterscheiden, indem bei C. TERQUEMI die Rippen durch ebenso breite Zwischenräume, die von C. HEBERTI dagegen nur durch feine linienförmige Vertiefungen getrennt seien. BRAUNS hingegen glaubt an vielen untersuchten Exemplaren nachweisen zu können, dass diese Unterschiede nur Folge des Erhaltungszustandes seien. Wenn TERQUEM und PIETTE zur Unterscheidung anführen, dass ihnen vorliegende Exemplare, die der Grösse nach der vergrösserten Zeichnung MARTINS entsprechen, viel mehr aufgebläht erscheinen, sowie stumpfere Rippen zeigen, so kann man darin nach der vorher erwähnten Bemerkung MARTINS im Gegenteil nur einen Grund zur Vereinigung finden. Es liegen nirgends Andeutungen dafür vor, dass TERQUEM das Schloss seiner Art gekannt habe[1]. BRAUNS vereinigt auch noch *C. cloacinum* mit unserer Form; jedenfalls stehen sich die Formen sehr nahe.

Untersuchte Stücke: 27, meist einzelne rechte und linke Klappen.

Fundort: A. Bolgia und A. Castello.

Genus: *Protocardia* BEYR.

Protocardia Philippiana DKR.

Tab. IV Fig. 1.

1847.	*Cardium*	*Philippianum*	DUNKER, Halberstadt S. 116 Tab. XVII Fig. 6.
? 1853.	—	*rhaeticum*	MER., ESCHER, Vorarlberg S. 19 Tab. IV Fig. 40.

[1] Für diese Annahme, dass TERQUEM das Schloss nicht gekannt hat, spricht der Umstand, dass er, obgleich er das nicht seltene Vorkommen von einzelnen Schalen erwähnt, die Gattungsbezeichnung *Cardita* unter Reserve mit einem ? giebt. Ferner spricht dafür die Bemerkung von TERQUEM und PIETTE, die, nachdem sie die oben erwähnten Unterscheidungsmerkmale angeführt haben, zugeben, dass beide Formen sicher nur nach dem Schloss zu unterscheiden seien — 2 Seitenzähne (1 hinterer und 1 vorderer) bei *Cardium*, 1 (hinterer) Seitenzahn bei *Cardita*. — Hätten sie bei *Cardita Heberti* die Schlossmerkmale beobachtet, so würden sie es wohl sicher an dieser Stelle hervorgehoben haben.

1855.	*Cardium*	*Philippianum*	Dkr., Terquem, Hettange p. 288 Tab. XVIII Fig. 16.
? 1856.	—	*rhaeticum*	Mer., Oppel und Süss, Aequivalente S. 13. Tab. II Fig. 1.
? 1865.	—	*Philippianum*	Dkr., Stoppani, Contortaschichten S. 48 Tab. IV Fig. 18—25.
1871.	*Protocardia*	*Philippiana*	Dkr., Brauns, Unterer Jura S. 324.
1897.	—	—	Dkr., Philippi, Halberstadt S. 440.
? 1902.	*Cardium*	*rhaeticum*	Mer., Repossi, Val d'Intelvi p. 32.
Cf. 1836.	—	*truncatum*	Roemer, Oolith S. 39.
Cf. 1839.	—	—	Roem., Goldfuss, Petrefacta S. 218 Tab. CXLIII Fig. 10 a u. b.

Es liegen mir aus der Val Solda nur zwei Bruchstücke vor, an denen hauptsächlich der Schlossrand und Teile der Schale zu beiden Seiten desselben erhalten sind. Ich liess den Schlossrand des gut erhaltenen Schlosses wegen abbilden. Der erhaltene Teil der Schale lässt keinen Zweifel darüber aufkommen, dass wir die Exemplare zu dieser Form zu stellen haben.

Stoppani (l. c.) vereinigt *C. rhaeticum* mit der Dunkerschen Liasform, und ebenso *C. truncatum* aus höherem Niveau, während Dunker ausdrücklich *C. Philippianum* von *C. truncatum* trennt und Brauns (l. c.) auch *C. rhaeticum* trennen will. Es lässt sich also auch nicht sicher erkennen, ob Stoppanis Form, falls die letzterwähnte Trennung gerechtfertigt sein sollte, hierher oder zu *C. rhaeticum* zu stellen sei. Oppel und Süss (l. c.) trennen *C. rhaeticum* ebenfalls von der liasischen Form. Die mir vorliegenden Stücke genügen nicht, um zu entscheiden, ob der Kiel, auf den hin *C. rhaeticum* von *C. Philippianum* getrennt wird, vorhanden ist oder nicht, so stelle ich sie der grösseren Wahrscheinlichkeit wegen zur Dunkerschen Art. Jedenfalls stehen sowohl die rhätische Form als auch die *C. truncatum* aus den höheren Schichten unserer Form ausserordentlich nahe.

Bittner[1] weist nach, wie die Gattung *Protocardia* kaum vor dem Rhät auftritt, um dann sehr häufig zu werden.

Untersuchte Stücke: 2 Bruchstücke von A. Bolgia.

Familie: **Pholadomyidae** Fischer.

Genus: *Pholadomya* Sow.

Pholadomya corrugata K. u. D.

1837. *Pholadomya corrugata* Koch und Duncker, Beiträge S. 20 Tab. I Fig. 6.
1845. — *glabra* Agassiz, Mues p. 69 Tab. III, 1 Fig. 12—14.

[1] 1895. Bittner, Lamellibranch. d. alp. Trias S. 225.

1852. *Pholadomya glabra* AG., CHAPUIS und DEW., Luxembourg p. 114 Tab. XVI Fig. 2.
1858. — — AG., QUENSTEDT, Jura S. 81 Tab. 10 Fig. 2.
1864. — — AG., DUMORTIER, Infralias p. 45 Tab. V Fig. 7—8.

Zwei mir vorliegende doppelklappige Exemplare, von denen eines fast vollständig ist und, bei 22 mm Länge, 14 mm Breite und 11 mm Dicke zeigt, sowie ein zweites grösseres unvollständiges von 22 mm Breite stimmen sehr gut zu den angeführten Beschreibungen und Abbildungen.

Fundort: A. Bolgia und A. Castello.

Brachiopoda.

Genus: *Rhynchonella* FISCHER.

Rhynchonella variabilis SCHLTH. 1813 sp.

1832. *Terebratula variabilis* ZIETEN, Württemberg Tab. XLII Fig. 6.
1852. — *triplicata* QUENSTEDT, Handbuch S. 451 Tab. XXXVI Fig. 1—2.
1861. *Rhynchonella Buchii?* ROEM., CHAPUIS und DEW., Luxembourg p. 247 Tab. XXXVII Fig. 4.
1865. — *variabilis* SCHLTH. sp. DUMORTIER, Infralias p. 165 Tab. XXV Fig. 5—10.
1861. — *Deffneri* OPPEL, Branchiopod. d. unt. Lias S. 535.
1871. — *variabilis* SCHLTH., BRAUNS, Unterer Jura S. 436.

Stark gewölbte bauchige Schalen mit starken Rippen, die meist nach dem Wirbel zu sich abschwächen und verschwinden. Der Sinus in der grossen Klappe trägt zwei bis fünf Rippen, die rechts und links sich anschliessenden, die den Sinus begrenzen, treten am stärksten, kielartig, hervor.

Ich unterlasse es, die reichhaltige Litteratur anzuführen und die Synonyma aufzuzählen und will nur bemerken, dass schon CHAPUIS und DEWALQUE bemerken, dass die von ihnen als *Rh. Buchii* aufgeführte Art vielleicht zu *Rh. variabilis* zu ziehen sei.

Untersuchte Stücke: 19.

Fundort: A. Bolgia und A. Castello.

Rhynchonella plicatissima QUENST. sp.

1852. *Terebratula plicatissima* QUENSTEDT, Handbuch S. 451 Tab. XXXVI Fig. 3.
1856. *Rhynchonella* — OPPEL, Jura S. 109.
1866. — *portuvenerensis* CAPELLINI, Specia p. 76 Tab. VI Fig. 17—18.

Unterscheidet sich von der vorigen dadurch, dass die Schale eine grössere Zahl feiner einfacher Falten trägt und verhältnismässig flach, viel weniger kugelig ist.

Untersuchte Stücke: 3 von A. Castello.

Gastropoda.

Familie: Pleurotomariidae d'Orb.

Genus: *Pleurotomaria* Defr.

Pleurotomaria lens Tqm.

Tab. IV Fig. 14, 15.

1855. *Pleurotomaria lens* Terquem, Hettange p. 271 Tab. V Fig. 6.
1865. — — Tqm., Terquem und Piette, Lias inférieur p. 59.

Flachgerundete Schale, die Windungen sich zum grössten Teil umfassend, so dass das Schlitzband nur auf der letzten Windung sichtbar ist; der Windungsquerschnitt auf der oberen Seite eckig (bei den jüngsten Umgängen einfach gerundet), die untere Seite gerundet, so dass eine gewölbte Basis entsteht. Die Spindel anfänglich hohl und ziemlich breiter Nabel, der sich aber mit dem Alter verkleinert und wohl später ganz verschwindet.

Obgleich meine beiden Exemplare einen Nabel zeigen, während Terquem für seine *Pl. lens* ausdrücklich das Fehlen desselben betont, so glaube ich aus den angeführten Merkmalen annehmen zu dürfen, dass mit fortschreitendem Wachstume der Nabel sich ganz schliesst und die Terquemsche Abbildung nur ein älteres Exemplar darstellt. Sonst stimmt die Form und der Charakter meiner Exemplare ganz mit denen Terquems überein.

Untersuchte Stücke: 2.

Fundort: Val Solda.

Familie: Trochonematidae Zittel.

Genus: *Amberleya* Moor. und Lyc. (*Eucyclus* Deslongch.)

Amberleya decorata Mart. sp.

Tab. IV Fig. 17, 18.

1858. *Turbo decoratus* Martin, Congrès scientifique d. Fr. XXV session p. 382 Tab. I Fig. 7.
1858. — *subcrenatus* Martin, Ibid. p. 383 Tab. I Fig. 8.
1858. — *cristatus* — Ibid. p. 383 Tab. I Fig. 9.
1859. — *triplicatus* — Côte d'Or p. 73 Tab. I Fig. 37—38.
1859. *Purpurina tricarinata* — Ibid. p. 75 Tab. II Fig. 6—7.

1902. *Eucyclus tricarinatus* Mart., Cossmann, Vendée p. 194 Tab. IV Fig. 13—14.

Masse des abgebildeten Exemplares:
Länge 5,4 mm.
Spitzenwinkel 58°.

Kreiselförmige Schale, Basis ebenso, nur etwas stumpfer, um die Mitte der Windungen ziehen sich zwei Spiralkiele, während ein dritter, schon gewissermassen zur Basis gehöriger nur auf der letzten Windung in der Seitenansicht sichtbar ist, sonst aber von den folgenden Windungen verdeckt wird. Gekreuzt werden diese Kiele durch Querleistchen, die auf den späteren Umgängen älterer Exemplare nach unten dichotomieren. An den Kreuzungsstellen beider Sculpturelemente bilden sich Knötchen. Durch diese Sculptur erscheint die ganze Schale wie von einem sehr elegantem Netzwerk bedeckt, dessen Maschen auf den oberen Windungen rechteckig, bei älteren Exemplaren aber auf den unteren infolge der Dichotomierung der Querrippen dreieckig erscheinen. An älteren Exemplaren kann man auch beobachten, wie auf dem oberen Abfall der Windungen unter den Hauptkielen noch ein bis drei schwache Spiralkiele sich einstellen. Die Basis zeigt dieselbe Sculptur, indem vier Spiralkiele (incl. des schon oben erwähnten) auf derselben hervortreten, die von radialen Leisten gekreuzt werden. Innenlippe etwas schwielig, die Mundöffnung gerundet mit schwachem vorderen Ausguss, die Mundränder nicht zusammenhängend.

Das abgebildete Exemplar stimmt am meisten, wenn auch nicht vollständig, mit dem von Martin unter dem Namen *Purp. tricarinata* abgebildeten überein, doch kann ich an anderen mir noch vorliegenden, wenn auch nicht so gut erhaltenen, Exemplaren die verschiedenen, oben erwähnten Uebergänge in der Sculptur beobachten, welche es mir zweifellos erscheinen lassen, dass Martins sämtliche oben erwähnten fünf Formen zusammenzuziehen sind. Dabei gebührt dem Namen *T. decoratus*, als älteren, der Vorrang und erscheint derselbe auch geeigneter als *tricarinatus*, da es sich in Wirklichkeit nur um zwei Hauptkiele (auch auf Martins Abbildung von *Purp. tricarinata*) handelt. *Turbo cristatus* ist nur ein jüngeres Exemplar, wie es schon Martin als möglich hinstellt. Jedenfalls dürfte es sich nicht hier um verschiedene Arten, sondern höchstens um Varietäten derselben Art handeln.

Dem Spitzenwinkel und der Skulptur nach sehr ähnlich unserer Art scheint eine St. Cassianer Form, die zuletzt von Kittl als

Worthenia Triton d'Orb.[1] beschrieben ist, von Münster *Pleurotomaria decorata* genannt wurde, von Laube als *Turbo decoratus*[2] erwähnt wird und von demselben später als *Pleurotomaria Triton*[3] bezeichnet ist. Ich war daher zweifelhaft, ob unsere Art den Namen *decorata* behalten dürfe, habe mich aber bei den eben erwähnten Autoren überzeugt, dass ihre Form, der der Anciennität nach den Namen *decorata* zukommt, wohl zweifellos eine *Pleurotomariide* ist, während unsere Art sicher kein Schlitzband hat. Somit unterscheidet beide Arten schon der Gattungsname.

Von jüngeren Formen scheint das Bruchstück, das Goldfuss[4] als *Trochus anaglypticus* Mstr. aus dem unteren Oolith abbildet, unserer Art einigermassen ähnlich zu sein.

Untersuchte Stücke: 5.

Fundort: Val Solda.

Familie: Umboniidae Ad.

Genus: *Chrysostoma.*

Chrysostoma solarium Piette sp.

Tab. IV Fig. 19—21.

1856. *Turbo solarium* Piette, Aiglemont p. 205 Tab. X Fig. 16.
1865. — — — Terquem und Piette, Lias inférieur p. 50 Tab. III Fig. 22—24.
?1902 *Ataphrus planilabium* Cossmann, Vendée p. 196 Tab. IV Fig. 21.

Kleine kugelige, glatte Schale mit kurzem, etwas kantigem Gewinde und grossem gerundeten letzten Umgange, runder Mundöffnung mit umgeschlagener Innenlippe. Nabel mit schwachen Falten am Abfall der Schale zu demselben, von der Innenlippe fast verdeckt. Er verschwindet bei älteren Exemplaren.

Obgleich bei meinen Exemplaren die Schalenfalten um den Nabel nur eben angedeutet erscheinen, glaube ich doch dieselben zur Piette-schen Form stellen zu sollen, da sie in Form, Grösse, Querschnitt der Windungen und der Mundöffnung ganz der Abbildung entsprechen.

Die Wiedergabe des *At. planilabium* bei Cossmann ist zu undeutlich, um sichere Vergleiche damit anzustellen.

Untersuchte Stücke: 5.

Fundort: Val Solda.

---

[1] 1891. Kittl, Gastropoden v. St. Cassian S. 198 Tab. III Fig. 17, 18.
[2] 1864. Laube, Münstersche Arten v. St. Cassian S. 410.
[3] 1868. Laube, St. Cassian III S. 51 Tab. XXVI Fig. 10.
[4] Petrefacta III p. 55 Tab. CLXXX Fig. 4.

Familie: **Neritopsidae** FISCHER.

Genus: *Neritopsis* ARAT.

Neritopsis granum DUM. sp.

Tab. IV Fig. 16.

1864. *Trochus granum* DUMORTIER, Infralias p. 129 Tab. XX Fig. 15, 16.

Kleine stumpfkreiselförmige Schnecke mit vertieften Nähten und runden Umgängen, die 3 Spiralkiele und ca. 20 Querleisten gleicher Stärke tragen, deren Zwischenräume ziemlich gleich sind, so dass eine quadrierte Sculptur entsteht. Auf der gerundeten Basis gleiche Spiralkiele, doch keine Quersculptur. DUMORTIER bemerkt, wie er und gleichfalls MARTIN diese Art ursprünglich mit *Trochus Doris* MSTR.[1] identificiert hätten, doch sei der Spitzenwinkel letzterer Art viel stumpfer und der Querschnitt der Umgänge eckiger.

Untersuchte Stücke: 1.

Fundort: A. Bolgia.

Familie: **Turritellidae** GRAY.

Genus: *Mesalia* GRAY.

Turritella (Mesalia) Zenkeni DKR. sp.

Tab. V Fig. 13, 14.

	1847.	*Melania Zenkeni*	DUNKER, Halberstadt S. 108 Tab. XIII Fig. 1—3.
	1847.	*Chemnitzia Zenkeni*	D'ORBIGNY, Prodome I p. 213 No. 41.
	1852.	— *turbinata*	TQM., CHAPUIS und DEW., Luxembourg p. 77 Tab. XI Fig. 3.
	1855.	*Turritella Zenkeni*	DKR., TERQUEM, Hettange p. 253 Tab. III Fig. 6.
	1855.	— *Deshayesea*	TERQUEM, Ibid. p. 253 Tab. III Fig. 7.
	1858.	*Melania Zinkeni*	QUENSTEDT, Jura S. 60 Tab. V Fig. 17—19.
	1864.	— *Zenkeni*	DKR., DUMORTIER, Infralias p. 116 Tab. XIX Fig. 4.
	1864.	*Turritella Deshayesea*	TQM., DUMORTIER, Ibid. p. 29.
	1865.	— —	TQM., TERQUEM und PIETTE, Lias inférieur p. 37.
	1865.	— *Zenkeni*	DKR., TERQUEM und PIETTE, Ibid. p. 36.
	1866.	*Chemnitzia Meneghinii*	CAPELLINI, Spezia p. 39 Tab. I Fig. 13—14.
	1876.	*Turritella Zenkeni*	DKR., TATE und BLAKE, Yorkshire lias p. 349.
non	1866.	— —	DKR., CAPELLINI, Spezia p. 38 Tab. II Fig. 12.
non	1866.	— *Deshayesea*	TQM., CAPELLINI Ibid. p. 39.

[1] 1839. GOLDFUSS, Petrefacta III S. 54 Tab. CLXXIX Fig. 10.

Turmförmiges Gehäuse mit wohlgerundeten Umgängen und tiefen Nähten; die Sculptur besteht aus feinen vertieften Linien, so dass die Windungen von schmalen, flachen, gleichmässig breiten Spiralstreifen (auf dem abgebildeten Exemplare ca. 20) bedeckt erscheint. Die von ihm früher als *Ch. turbinata* benannte Schnecke stellt Terquem selbst hierher; die *Turritella Deshayesea* Tqm. kann nach Abbildung und Beschreibung m. E. nicht von *T. Zenkeni* getrennt werden.

Die von Capellini als *T. Deshayesea* und *T. Zenkeni* beschriebenen Formen haben einen viel stumpferen Spitzenwinkel und gehören wohl nicht hierher, sondern vielleicht zu *Promathildia fragilis* Tqm.

Untersuchte Stücke: 1.

Fundort: A. Bolgia.

Familie: **Pyramidellidae** Gray.

(*Pseudomelaniidae* Fischer.)

Genus: *Omphaloptycha* v. Ammon.

Omphaloptycha morencyana Piette sp.

Tab. V Fig. 1, 2.

1856. *Phasianella morencyana* Piette, Aiglemont p. 204 Tab. X Fig. 12.
? 1858. Paludinenartige Muschel Quenstedt, Jura S. 50 Tab. V Fig. 6.
Cf. 1892. *Chemnitzia (Microschiza) notata* v. Ammon, Hochfellen etc. S. 200.
1902. *Coelostylina Chartroni* Cossmann, pars Vendée p. 186 Tab. IV Fig. 15 (non Fig. 9).

Grösse der abgebildeten Stücke:

	Fig. 1	Fig. 2.
Länge	17 mm	5,2 mm
Breite	9,2 „	2,9 „
Spitzenwinkel	48°	52°
Basiswinkel	83°	90°

Gehäuse kegelförmig, Windungen wenig gewölbt, stark übereinandergreifend, Nähte nicht sehr tief, Schale glatt, Mundränder scharf, der innere etwas übergeklappt, die Nabelspalte halb verdeckend, die Basis stumpfconisch, Mundöffnung linsenförmig-oval. Ich konnte an einem Exemplare constatieren, dass die Spindel hohl ist, doch deckt die übergeklappte Innenlippe in den meisten Fällen dieselbe. Somit erscheint die Classifikation unter obiger Gattung gesichert, nachdem Kittl[1] für die Originale v. Ammons die hohle Spindel nachgewiesen hat.

[1] 1899. Kittl, Gastropoden d. Esinokalke S. 106.

Die Art scheint in den betreffenden Schichten der Val Solda recht häufig zu sein, da ich viele, wenn auch zum Teil verdrückte oder nicht ganz vollständig erhaltene Exemplare gefunden habe. Die Grösse schwankt zwischen ziemlich weiten Grenzen, so dass man versucht sein könnte, wenigstens an Varietäten zu denken, doch liegen mir auch Zwischengrössen vor. Ich habe ein grösseres und ein kleineres Exemplar abbilden lassen.

Recht ähnlich unserer Form erscheint *Littorina sylvestris*[1], die sich aber nach dem Autor dadurch unterscheiden soll, dass die Windungen sich stärker umfassen, ausserdem die Mundöffnung runder sei; letzteres Unterscheidungsmerkmal scheint mir nicht sehr stichhaltig, da bei DUMORTIERS Exemplaren die Mundöffnung, nach den Abbildungen wenigstens, nicht erhalten zu sein scheint.

COSSMANNS oben citierte Abbildung stimmt ebenso wie die Beschreibung durchaus zu meinen Exemplaren, während Fig. 9 viel gerundetere Windungen zeigt.

Untersuchte Stücke: 27.

Fundort: A. Bolgia und A. Castello.

Genus: *Promathildia* ANDREAE sp.

1887. ANDREAE, Glossophoren d. Terrain à chailles der Pfirt S. 23.

Altmesozoische, schlankturmförmige Schnecken mit ausgesprochener Spiral- sowie concentrischer Sculptur, die aus feinen Kielen oder Linien besteht, mit ovaler Mundöffnung und eben angedeutetem Ausguss, sind bald zu *Turritella*, bald zu *Cerithium* oder *Chemnitzia* gestellt worden.

Wir haben es in Folgendem mit einer Reihe solcher Formen zu thun, die sich hauptsächlich durch das raschere oder langsamere Anwachsen der Windungen und den Betrag des Spitzenwinkels voneinander unterscheiden, ihrer Sculptur nach aber sich sehr gleichen und eine so nahe Verwandtschaft miteinander zeigen, dass bei dem Vorhandensein von Zwischenformen es fast schwer hält, sie voneinander in verschiedene Arten abzugrenzen.

Leider ist die Spitze mit dem Embryonalgewinde sehr selten erhalten (bei meinen zahlreichen Exemplaren konnte ich keines erkennen), so dass die Frage der systematischen Stellung schwierig ist.

Nun meint aber COSSMANN[2] bei einem Exemplare von *Cerithium Semele* D'ORB. das heterotrope Embryonalgewinde deutlich erkannt

[1] 1864. DUMORTIER, Infralias p. 118 Tab. XIX Fig. 7.

[2] 1902. COSSMANN, Vendée S. 183.

zu haben und bereits v. Ammon glaubt die Andeutung des links gewundenen Embryonalendes an Vorläufern unserer Formen, der *Turritella Bolina* Mstr. aus den Raibler Schichten[1] sehen zu können. Daher glaube ich, alle diese Formen zu der Andreaeschen Gattung stellen zu müssen.

Fischer (Manuel de Conchyliologie) stellt *Mathilda* zu den Turritelliden, ebenso früher Zittel in seinem grossen Handbuche, während er im kleinen Handbuche sie von *Turritella* trennt und zu den *Pyramidelliden* stellt. v. Ammon bemerkt, dass vielleicht bei Beurteilung der systematischen Stellung auf das Merkmal der heterotropen Embryonalwindung kein so grosses Gewicht zu legen sei und meint, *Promathildia* jedenfalls als *Turritella (Mesalia)* sehr nahestehend ansehen zu müssen, während G. Boehm[2] *Promathildia* zu den *Cerithiiden* stellt. Koken[3] bespricht diese Gattung und bemerkt dabei, dass sie zu den eigentümlichen zwischen Opisthobranchiaten und Prosobranchiaten schwankenden Familien gehöre und will sie in die Nähe der *Cerithien* stellen.

Ich habe die Gattung, Zittel folgend, vorläufig unter *Pyramidellidae*, des links gewundenen Embryonalgewindes wegen, gestellt.

Promathildia Dunkeri Tqm.

Tab. V Fig. 3—8.

1846.	*Melania Turritella*	Dunker, Menkes Zeitschrift f. Malakol. S. 169.
1847.	— —	Dunker, Halberstadt S. 109 Tab. XIII Fig. 5—7.
1847.	*Cerithium subturritella*	d'Orbigny, Prodrome p. 214 No. 58.
1851.	— —	Dkr. sp., Chapuis und Dew., Luxembourg p. 105 Tab. XIII Fig. 5.
1855.	*Turritella Dunkeri*	Dkr. sp., Terquem, Hettange p. 252 Tab. XIV Fig. 5.
1856.	*Cerithium pleurotoma*	Piette, Aiglemont p. 202 Tab. X Fig. 6.
1858.	*Turritella unicarinata*	Quenstedt, Jura S. 61 Tab. V Fig. 27—29.
1858.	*Cerithium Martinianum*	d'Orb., Martin, XXV Congrès scientifique p. 389 Tab. II Fig. 5.
1859.	— *sinemuriense*	Martin, Côte d'Or p. 76 Tab. II Fig. 19, 20.
1859.	— *Collenoti*	— Ibid. p. 77 Tab. II Fig. 21, 22.
1859.	*Turritella Humberti*	— Ibid. p. 70 Tab. II Fig. 11—14.

[1] 1892. v. Ammon, Hochfellen S. 203.

[2] 1895. Boehm, Gastropoden der Marmolata.

[3] 1889. Koken, Entwicklung der Gastropoden S. 458 ff.

1861.	*Chemnitzia fistulosa*		STOLITZKA, Hierlatzschichten S. 166 Tab. I Fig. 9.
1865.	—	—	DKR. sp., TERQUEM und PIETTE, Lias infér. p. 37.
1892.	*Turritella circinnula*		v. AMMON, Hochfellen etc. S. 195.
1802.	—	*Dunkeri*	— Ebd. S. 195.
Cf. 1892.	*Loxonema alpicolum*		v. GÜMB., v. AMMON, Ebd. S. 180.
(non 1864.	*Turritella Dunkeri*		TQM., DUMORTIER, Infralias p. 119 Tab. XX Fig. 1.)

Grösse der abgebildeten Exemplare:

	Fig. 3.	Fig. 4.	Fig. 7.	Fig. 8.
Länge	10,5 mm	10,7 mm	11,2 mm	9,8 mm
Dicke	2,5 —	4,0 —	3,4 —	3,3 —
Spitzenwinkel	12°	20°	18°	19°
Breite des letzten Umganges	14,5 %	18 %	19 %	20 %

Schnecke von geringer Grösse, Gehäuse spitzturmförmig, lang, zahlreiche gerundete Umgänge, scharf eingeschnittene Naht. Die Sculptur besteht aus einigen (1—4) scharfen Spiralkielen und zahlreichen feinen, dicht gestellten Anwachslinien, die in einem kleinen Bogen, dem äusseren Mundrande entsprechend, quer über die Windungen verlaufen. Die Basis ist flachgerundet, die Mundöffnung (an meinem Exemplare nicht erhalten) gerundet mit kleinem Ausguss.

Die Sculptur der Schale ist in ihren Details ziemlich wechselnd und auch der Spitzenwinkel schwankt in gewissen Grenzen.

Die Anfangswindungen zeigen durch das besonders starke Hervortreten eines Spiralkieles einen winkeligen Querschnitt, während die grösseren Windungen mehr gerundet erscheinen. Durch Hervortreten von zwei Hauptkielen wird auf der Mitte der Windungen ein scheinbar flaches Band gebildet. Ueberhaupt erscheint, je nachdem die Spiralsculptur mehr oder weniger stark hervortritt, was zum Teil auch von dem Erhaltungszustande abhängt, der Querschnitt der Windungen bald mehr gerundet, bald eckiger, auch spielt, bei der im Ganzen nicht sehr stark hervortretenden Sculptur, die Richtung der Beleuchtung, unter der die Exemplare betrachtet oder abgebildet werden, eine grosse Rolle, ein Punkt der besonders beim Vergleiche der immer kleinen Individuen unter der Lupe oder dem Mikroskope, resp. von Photographien derselben, wobei einseitiger schräger Lichteinfall benutzt werden wird, berücksichtigt werden muss.

So ist es denn erklärlich, dass diese Art unter so verschiedenen Namen abgebildet und beschrieben worden ist. TERQUEM[1], dem die

[1] 1855. Loc. cit.

Originale Dunkers, sowie Stücke von den verschiedenen französischen Fundpunkten vorgelegen haben, hat sie bereits unter einem Namen vereinigt. Nur eines seiner Citate habe ich weglassen zu müssen geglaubt, nämlich das auf Tab. VII Nr. 16 abgebildete, als *Turr. Zenkeni* bezeichnete Stück, welches er im Texte *Cer. acuticostatum* nennt. Terquem und Piette citieren die betr. Abbildung[1], doch ist nicht klar zu ersehen, ob sie die Form, die nach Zeichnung und Beschreibung doch stark abweicht, aufgeben wollen und *Cer. acuticostatum* auch zu der vorliegenden Art ziehen.

Dagegen dass die Formen mit zwei Kielen, mit solchen, wo an den Windungen oben dicht an der Naht noch ein dritter Kiel erscheint oder gar noch ein vierter am unteren Teil der Windung in der Nähe der Naht, zusammengezogen werden, wird sich kaum ein Einwand erheben, da die Anlage zu diesen Kielen offenbar bei allen Individuen vorhanden ist und es sich im einzelnen Falle nur darum handelt, ob die Kiele bei der Aufrollung der Schale sichtbar bleiben oder durch dieselbe verdeckt werden, — resp. sich nicht bilden können, wenn sie unter die Schale des vorigen Umganges fallen.

Man kann dagegen allerdings im Zweifel sein, ob die Formen, die sich durch die viel geringere Dicke als die der Durchschnittsexemplare auszeichnen und daher auch einen noch spitzeren Spitzenwinkel haben, auch noch zu dieser Art gezogen werden können; ich habe es nach dem Vorgang von Terquem und Piette gethan, da es schwer fällt, die Grenzen zwischen beiden Formen zu bestimmen. Wohl aber wäre es vielleicht am Platze, hier zwei Varietäten zu unterscheiden, erstens die häufigste Form mit einem Spitzenwinkel von ca. 18—20° und in der Regel 2—3 Spiralkielen, die als *Prom. Dunkeri s. str.* aufzufasssen wäre und eine Varietät mit schlankerem Gewinde (ca. 12°) entsprechend unserer Fig. 3 und der Martinschen Form *Collenoti*, sowie der Stolitzkaschen *Ch. fistulosa*, und v. Ammons *Turr. circinnula*, die als *Prom. Dunkeri*, Tqm., *var. Martini* der erstmaligen Abbildung durch Martin entsprechend zu bezeichnen wäre[2].

Nahe Verwandte unserer Art finden sich jedenfalls schon in

[1] 1865. Loc. cit.

[2] Terquem und Piette haben, nachdem sie den Namen *Collenoti* als Synonym von *Dunkeri* eingezogen, denselben für eine andere Form verwandt, sonst hätte ich für die Varietät den Namen *Collenoti*, den ihr Martin als Art gegeben, beibehalten.

der oberen Trias, worauf v. AMMON schon hinweist[1], so *Turritella Gümbeli* v. AMMON und *T. Stoppanii* WINKLER aus dem Rhät und *Turritella (Promathildia) Bolina* MSTR. aus den Raibler Schichten[2].

Untersuchte Stücke: Zahlreiche Exemplare.

Fundort: A. Bolgia und A. Castello.

Promathildia Semele D'ORB. sp.

Tab. V Fig. 18.

1847.	*Cerithium*	*Semele*	D'ORBIGNY, Prodrome I p. 215 No. 60.
1855.	—	*Jobae*	TERQUEM, Hettange p. 277 Tab. XVII Fig. 7.
1856.	—	*Terquemi*	PIETTE, Aiglemont p. 201 Tab. X Fig. 7.
1858.	*Turritella*	*Melania*	QUENSTEDT, Jura S. 61 Tab. V Fig. 21, 22.
1858.	*Cerithium*	*Semele*	D'ORB., MARTIN, Côte d'Or p. 75 Tab. II Fig. 8—10.
Cf. 1864.	—	*viticola*	DUMORTIER, Infralias p. 31 Tab. III Fig. 3.
? 1864.	—	*Falsani*	DUMORTIER, Ibid. p. 141 Tab. XXVII Fig. 7.
1866.	—	*Semele*	D'ORB., CAPELLINI, Spezia p. 33 Tab. II Fig. 1, 2.
1866.	*Turritella*	*bicarinata*	CAPELLINI, Ibid. p. 39 Tab. II Fig. 13, 14.
1866.	—	*Dunkeri*	DKR. sp.?, CAPELLINI, Ibid. p. 37 Tab. II Fig. 10, 11.
1902.	*Promathildia*	*Semele*	D'ORB., COSSMANN, Vendée p. 183 Tab. III Fig. 10.
1902.	—	*terebralis*	COSSMANN, Ibid. p. 184 Tab. III Fig. 28, 29.

Grösse des abgebildeten Exemplares:

Länge	11,3 mm
Spitzenwinkel	22 °
Letzter Umgang	22 %

Turmförmige Schale mit tiefen Nähten, die Sculptur besteht aus feiner Quer- und Spiralstreifung. Letztere tritt auf der vorderen Hälfte stärker hervor, die Spirallinien stehen weiter von einander ab und bilden Kiele (meist drei), deren oberster etwas vor der Mitte gelegener die Umgänge in zwei Teile teilt, so dass der nach der Spitze abfallende Teil von feinem rechteckigen Maschwerk bedeckt erscheint, während die Maschen des Abfalles zur Mündung länglich erscheinen und hier die Spiralstructur durch ihre Stärke überwiegt. Die Umgänge sind in der Jugend eckig, vom obersten Kiel nach beiden Seiten in fast geraden Linien abfallend, runden sich dann mit zunehmender Grösse ab. Es schieben sich dann auch noch feinere Spiralstreifen zwischen die mehr zurücktretenden drei Hauptkiele. MARTIN weist schon auf

[1] Loc. cit. p. 196.

[2] v. AMMON, loc. cit. p. 203.

die grosse Variabilität der Sculptur hin. Eine grössere Anzahl mir vorliegender Exemplare zeigt dasselbe, ebenso einen gewissen Wechsel des Spitzenwinkels (zwischen 22 und 28°). Der Sculptur nach gleicht diese Art durchaus der *Promathildia Dunkeri* sowie der *Prom. Terquemi*, nur die stumpfere resp. spitzere Form unterscheidet sie. Bei der *Prom. Dunk.* bleibt ausserdem der eckige Windungsquerschnitt länger erhalten. Ich habe keinen Anstand genommen, die von Cossmann aufgestellte neue Art *terebralis* mit unserer zu vereinigen nach Vergleich seiner Abbildung und Beschreibung mit meinem Material.

Zwei der von Terquem als Synonyma von *Cer. Jobae* = *Semele* erwähnten Artennamen dürften wohl zu *Prom. Dunkeri* zu ziehen sein und sind daher unter jener Art von mir angeführt.

Wahrscheinlicherweise ist *Cer. viticola* Dum. hierher zu stellen; was *Cer. Falsani* anbetrifft, so würde ich es auch unbedenklich nach der Abbildung, die einen Spitzenwinkel von 22° zeigt, hierher rechnen, nach der Angabe im Text, die ihn mit 16° aufführt, jedoch dürfte dieses (einzelne) Exemplar wohl zur vorigen Art gehören. Sicher gehört *Turr. bicarinata* Cap. hierher und dürfte das mit *Turr. Dunkeri?* bezeichnete Bruchstück wohl ebenfalls hierher zu stellen sein.

Untersuchte Stücke: Zahlreiche Exemplare.

Fundort: A. Bolgia und A. Castello.

Promathildia Terquemi nov. nom.

(non *Cerithium Terquemi* Piette 1856.)

Tab. V Fig. 9—11.

1865.	*Turbo atavus*	Ch. und Dew., Terquem und Piette, Lias infér. p. 51 Tab. III Fig. 28—30.
1865.	— *Nysti*	Ch. und Dew., Terquem und Piette, Ibid. p. 50 Tab. III Fig. 25—27.
1862.	*Turritella lunensis*	Capellini, Spezia p. 44 No. 26.
Cf. 1866.	— *somervilliana*	Capellini, Spezia p. 40 Tab. II Fig. 15, 16.
Cf. 1892.	— —	Cap., v. Ammon, Hochfellen etc. S. 195.

Grösse der abgebildeten Exemplare:

	Fig. 9.	Fig. 10.	Fig. 11.
Länge	7,7 mm	7,5 mm	5,5 mm
Spitzenwinkel	32°	42°	40°
Breite des letzten Umganges	29 %	31 %	25,5 %

In der Jugend eckige, später sich abrundende Windungen mit tiefen Nähten, die Sculptur aus sich kreuzenden Anwachslinien und etwas stärkeren Spirallinien bestehend. Letztere stehen auf der

unteren Hälfte der Windungen etwas weiter von einander und treten durch ihre Stärke mehr hervor, wodurch gewissermasen ein oder zwei umlaufende Bänder abgegrenzt werden. Die Mundöffnung konnte nicht beobachtet werden. Der ganzen Sculptur nach steht diese Art der vorigen sehr nahe, nur der Spitzenwinkel ist ein stumpferer. Ich zweifle nicht, dass die bei TERQUEM abgebildeten, oben citierten beiden Exemplare hierher zu rechnen sind, während mir die Zurechnung derselben zu den Arten *atavus* und *Nysti* sehr gewagt erscheint, wenn man auch berücksichtigt, dass die Abbildungen der Arbeit von CHAPUIS- und DEW. offenbar wenig gelungen sind. Ich schlage daher vor, die Art nach dem Autor, der sie zuerst abgebildet und beschrieben hat, zu benennen, nachdem derselbe Name (*Cerithium Terquemi*, PIETTE = *Promath. Semele* D'ORB) von dem Autor[1] eingezogen worden ist.

Mir erscheint es recht wahrscheinlich, dass die als *Turrit. somervilliana* Fig. 15—16 abgebildete Schnecke hierher gehört, doch erwähnt CAPELLINI nichts von irgend einer Anwachsstreifung, sondern nur Spiralsculptur. Sollte eine solche auf den Originalen vorhanden sein, so wäre wohl die Identität ziemlich sicher.

Besonders veranlasst mich der Umstand, dass auf der Mitte der Windungen zwei Spiralstreifen etwas stärker hervortreten und gewissermassen Kiele bilden, diese Schnecke hierher zu stellen.

Untersuchte Stücke: 6 Exemplare.

Fundort: Val Solda.

Promathildia fragilis TQM. sp.

Tab. V Fig. 12.

1865. *Turbo fragilis* TERQUEM und PIETTE, Lias inférieur p. 49 Tab. III Fig. 13—15.

?1864. — *Ferryi* DUMORTIER, Infralias p. 135 Tab. XIX Fig. 6.

Länge	5,2 mm
Spitzenwinkel	45°
Letzter Umgang	32 %
Vergrösserung	4,5

Der Sculptur nach den vorigen durchaus ähnlich. Diese besteht aus dünnen Spiralkielen, die auf der unteren Seite der Windungen stärker sind und dem gerundeten Windungsquerschnitt ein etwas eckiges Ansehen, besonders bei den jüngeren Windungen,

[1] 1865. TERQUEM und PIETTE, Lias inférieur p. 65.

verleihen, und feiner Querstreifung. Dieselbe Sculptur sieht man auch auf der Basis. Terquem und Piette geben eine gerundete Mundöffnung an. Obgleich das citierte Exemplar *(Turbo Ferryi)* bei Dumortier einen noch stumpferen Spitzenwinkel hat, glaube ich es doch seinem ganzen Habitus nach mit erstgenannter Art vereinigen zu können.

Von der vorigen Art scheidet sie hauptsächlich, nächst dem stumpferen Spitzenwinkel, das weniger steile Ansteigen der Windungen.

Untersuchte Stücke: 5 Exemplare.

Fundort: Val Solda.

Familie: Cerithiidae Menke.

Genus: *Protocerithium* n. g.

Cerithium auct. pars.

1902. *Procerithium* Cossmann, Vendée p. 177.

1902. *Paracerithium* Cossmann, Ibid. p. 173.

Die älteren *Cerithiiden* lassen sich meist nicht unter bestimmte Gattungen, die nach recenten und tertiären Formen aufgestellt sind, einreihen, weil sie von den jüngeren Formen doch vielfach abweichen oder Merkmale mehrerer Gattungen in sich vereinigen. Auch ist das beste Classificationsmerkmal, der Mundrand, bei ihnen nur in seltensten Fällen erhalten. Von dem *Cerithium*typus, wie er für die jüngeren hierher gestellten Arten festgestellt ist, unterscheiden sie sich durch weniger charakteristische Mündung, der Ausguss ist schwächer. So erscheint es vielleicht nicht unangemessen, diese älteren Formen von den *Cerithien* i. e. S. als besondere Gattung abzutrennen und schlage ich daher obigen Namen vor, der andeuten soll, dass wir es mit alten, gewissermassen Collektivformen zu thun haben, von denen wohl, zum Teil wenigstens, die jüngeren Gattungen herzuleiten wären.

Als Typus nehme ich die so sehr variabile Art des *Cer. lugdunense*, die mir in ausserordentlich grosser Individuenzahl vorliegt. Die jüngeren Windungen haben ganz den *Cerithium*charakter, während die älteren sich abrunden und mehr den Habitus von *Diastoma* und *Exelissa* resp. den von *Turritella* annehmen.

Ich schlage als Gattungsdiagnose vor: schlankturmförmige Gehäuse mit eckigen bis gerundeten Windungen, starker Sculptur, aus Spirallinien und Querfalten bestehend, tiefen Nähten, ovaler Mundöffnung mit scharfen Mundrändern und kleinem vorderen und ebensolchem hinteren Ausguss, glatter Spindel.

COSSMANN hat[1] zwei neue Gattungen *Paracerithium* und *Procerithium* aufgestellt, die sich m. E. nach nur sehr wenig von einander unterscheiden. Beiden soll der vordere Ausguss fehlen, bei *Paracerith.* jedoch eben noch angedeutet sein. Die eine Gattung ist auf die neue Art *Parac. acanthocolpum*, die in sieben Exemplaren vorliegt, von denen eines abgebildet ist, die andere auf *Procer. quinquegranosum*, die in drei, abgebildeten, Exemplaren vorliegt, gegründet. Es erscheint nun an und für sich unpraktisch, so subtile Unterschiede bei diesen alten Formen, die nur in seltensten Ausnahmen wegen ihrer Erhaltung dieselben erkennen lassen, zur Aufstellung gesonderter Gattungen zu benutzen; besonders aber scheint es nicht gerechtfertigt, solche Arten auf Grund nur weniger und dazu unvollständiger Exemplare zu gründen. Den drei einzigen Exemplaren von *Proc. quinquegranosum*, auf die der Verfasser noch dazu zwei Varietäten gründet, fehlt die Mundöffnung, und ebenso dem einen abgebildeten von *Paracerith. aconthocolpum* wenigstens teilweise und darf man wohl annehmen, dass der Verfasser das besterhaltene abgebildet hat. Woraus er somit die Mündungsform erkannt hat, erscheint ziemlich unverständlich. Wohin COSSMANN mit dieser Gattungsunterscheidung kommt, ersieht man daraus, dass er zwei Exemplare von *Cerith. lugdunense*, die, wie ich aus meinem überreichen Material nachweisen kann, einen vollständig ausgebildeten vorderen Ausguss besitzen, als zwei neue Arten von *Paracerithium* (die keinen Ausguss haben sollen!) beschreibt und abbildet, während er auf das dritte Exemplar hin eine neue *Exelissa*-Art aufstellt. Ueberhaupt dürfte von allen von ihm abgebildeten Para- und Procerithien höchstens zwei eine auch nur zum Teil erhaltene Mundöffnung besitzen.

Uebrigens lässt *Paracer. acanthocolpum* Fig. 21 auf der Photographie einen ganz ausgesprochenen Ausguss erkennen, so dass es nicht zu dem Gattungsschema, das COSSMANN auf diese Art hin aufgestellt hat, passt. Nebenbei bemerke ich, dass *Parac. acanthocolpum* COSSM. dem *Turbo Hoffmanni* CAP.[2] sehr nahe steht, wenn es nicht mit demselben ident ist.

Cerithium (Protocerithium) lugdunense DUM.

Tab. V Fig. 15—19, Tab. VI Fig. 1, 2.

?	*Cerithium gratum*	auctor. pars (non TQM.).
1864.	*Cerithium lugdunense*	DUMORTIER, Infralias p. 142 Tab. XIX Fig. 11.
1902.	*Exelissa infraliasica*	COSSMANN, Vendée S. 182 Tab. III Fig. 19.

[1] 1902. Loc. cit. [2] 1866. CAPELLINI, Spezia Tab. II Fig. 21, 22.

1902. *Paracerithium loxocolpum* — Ebd. S. 177 Tab. III Fig. 24.
1902. — *Chartroni* — Ebd. S. 176 Tab. III Fig. 27.

Masse der abgebildeten Exemplare:

	Fig. 15.	Fig. 16.	Fig. 17.
Länge	5 mm	7,2 mm	6,4 mm
Spitzenwinkel der 6 ersten Umgänge	23°	29°	26°
Spitzenwinkel der 2 letzten Umgänge		10°	19°

Kleine spitzturmförmige Gehäuse, die, durch tiefe kerbenförmige Nähte getrennten, auf ihrer äusseren Seite flachen Windungen runden sich bei weiterem Wachstum mehr ab. Die Sculptur besteht aus Querfalten, die nicht bis an die Nähte hinunterreichen, und Spiralkielen, anfänglich zwei bis drei, später an Zahl zunehmend; an den Kreuzungsstellen bilden sich Knötchen. Mundöffnung oval mit schwachem hinteren und ausgesprochenem, schnibbenartig ausgezogenem, vorderen Ausguss, Innenlippe umgeschlagen. Basis in der Jugend flach kegelförmig, später gerundet, ohne Nabel, mit Spirallinien verziert.

Jüngere oder nur in ihrem oberen Teile erhaltene Exemplare stimmen recht gut mit der Abbildung bei Dumortier überein. Mit zunehmendem Wachstum nimmt die Zahl der Spiralkiele zu und damit ihre relative Stärke ab, und runden sich dadurch die Windungen zu. Ueberhaupt wird die ganze Sculptur weicher und weniger hervortretend. Auch ändert sich der Winkel, so dass ausgewachsene Exemplare viel schlanker erscheinen als junge. Der Spitzenwinkel der ersten vier bis sechs Umgänge schwankt zwischen 26 und 36° während ältere Exemplare einen solchen von 18 bis 25° zeigen. Die Zahl der Querfalten nimmt zu, doch in unregelmässiger Weise. Die einzelnen Individuen verhalten sich ziemlich verschieden, manche behalten die eckige Jugendform länger als andere, die Vermehrung der Spiralkiele tritt früher oder später ein; ebenso nimmt die Zahl der Querfalten bei einzelnen Individuen ganz allmählich mit dem Wachstum zu, bei anderen erhält sie sich lange dem Anfangsstadium entsprechend (ca. neun), um dann mit einemmale in stark vermehrter bis zu mehr als doppelter Anzahl aufzutreten. So sehen wir eine sehr grosse Variabilität bei dieser Art. Bei stark sich ändernder Wachstumsform entstehen pupoide Gehäuse, auch bemerkt man dazwischen eine gewisse Tendenz der Mundränder, sich abzulösen. Bei Individuen, bei denen die Abnahme des Breitenwachstumes und damit die pupoide Form am ausgesprochensten ist, erscheint auch die Mundöffnung wie verengt und entstehen Formen, die bei nicht vollständig erhaltenen Mundrändern *Exelissa*-artig erscheinen.

Wie ja bei dünnschaligen, turmförmigen Schnecken meist der Fall, ist der Mundrand nur sehr selten erhalten, und entdeckte ich erst bei Durchsicht einer grossen Menge, wohl einiger Hundert, Exemplare und Bruchstücke von solchen, dass die Mundöffnung mit vorderem tiefen Ausgusse versehen war, was nur an ca. sechs Exemplaren, an denen übrigens die Mundränder auch nicht vollständig erhalten sind, sich aber durch Vergleich ergänzen, gut zu sehen ist, an vielen anderen aber, nachdem man die Gestalt einmal kennt, andeutungsweise sich erkennen lässt.

Die sehr variabile Gestalt erklärt es einigermassen, dass COSSMANN aus drei ihm nur vorliegenden Exemplaren drei Arten gemacht hat. Dabei ist darauf aufmerksam zu machen, dass seine Abbildungen in verschiedener Vergrösserung gegeben sind (Fig. 19 zweimal, Fig. 24 dreimal und Fig. 27 achtmal vergrössert), worauf bei Vergleich der Abbildungen untereinander natürlich zu achten ist, da z. B. Fig. 27 nur den obersten Windungen der beiden anderen Exemplare entspricht.

Wie es schon DUMORTIER für das Rhônebecken hervorhebt, ist auch in der Val Solda diese Art ausserordentlich häufig; sie überwiegt bedeutend an Zahl alle anderen Formen zusammengenommen und kann als leitende Art neben *Prom. Dunkeri* und *Semele* (diese beide in geringerem Grade) angesprochen werden.

Von anderen Fundpunkten als denen DUMORTIERS sowie der Vendée und meinen in der Val Solda ist bisher diese Art nicht beschrieben worden, doch macht DUMORTIER darauf aufmerksam, dass vielleicht ein Teil der zu *Cer. gratum* gestellten Exemplare hierher gehört.

Zahl der untersuchten Stücke: Sehr zahlreiche Exemplare.

Fundort: A. Bolgia und A. Castello.

Cerithium (Protocerithium) abcisum TQM. und P.

Tab. VI Fig. 12.

1865. *Cerithium abcisum* TERQUEM und PIETTE, Lias inférieur p. 66 Tab. VI Fig. 16, 17.

1867. — *Ogerieni* DUMORTIER, Lias inférieur p. 198 Tab. XLV Fig. 6.

Grösse des abgebildeten Exemplares:

Länge	4,8 mm
Dicke	1,1 mm
Spitzenwinkel	10,5°
Breite des letzten Umganges	12,5 %.

Kleines, ausserordentlich schlankes, turmförmiges Gehäuse mit zahlreichen, flachen, zur kerbenförmigen Naht beiderseits ziemlich steil abfallenden Windungen. Ihre Sculptur besteht aus drei Spiralkielen, die von ca. elf in der Längsachsenrichtung des Gehäuses verlaufenden Querfalten gekreuzt werden, so dass sich an den Kreuzungsstellen Knötchen bilden. Auf der convex-kegelförmigen Basis verlaufen einige Spiralrippen. Die Mundöffnung ist leider bei keinem der mir vorliegenden Exemplare erhalten.

v. Ammon[1] stellt diese Art mit zu *Promathildia*, aus welchem Grunde, vermag ich nicht zu erkennen. Der ganzen Sculptureigentümlichkeit nach, die bis auf die schlankere Form ganz an die der oberen Windungen der vorigen Form erinnern, muss man m. E. diese Art, solange keine einwandsfreien Beweise dagegen erbracht werden, zu den Cerithiiden stellen.

Das *Cer. Ogerieni*, welches Dumortier aus einem höheren Niveau (des *Am. oxynotus*) abbildet, scheint mir nach Abbildung und Beschreibung mit unserer Art durchaus übereinzustimmen.

Untersuchte Stücke: 13 Exemplare.

Fundort: A. Bolgia und A. Castello.

Cerithium (Protocerithium) costellatum Tqm. sp.

Tab. VI Fig. 11.

1855. *Turbo costellatus* Terquem, Hettange p. 265 Tab. V Fig. 2.
1856. *Rissoa frumentum* Piette, Aiglemont p. 205 Tab. X Fig. 21, 22.
1867. *Chemnitzia lessoniana* Capellini, Spezia p. 28 Tab. I Fig. 21, 22.

Grösse des abgebildeten Exemplares:

Länge	3,8 mm
Spitzenwinkel	24°
Letzter Umgang	26 %.

Kleines turmförmiges Gehäuse mit gerundeten Umgängen und tiefen Nähten; die Sculptur besteht aus verhältnismässig groben voneinander ziemlich entfernten, schräg zu der Längsachse des Gehäuses verlaufenden Querfalten (neun bis zehn auf den Umgang), die beiderseits an dem Abfall der Umgänge zur Naht sich abflachen und vor derselben verschwinden. Die obersten Umgänge noch glatt, ohne Sculptur.

Junge Exemplare dieser Art, die eine nur sehr geringe Grösse erreicht, zeigen ein rascheres Anwachsen der Umgänge, so dass sie

[1] 1892. v. Ammon, Hochfellen etc. S. 218.

einen stumpf-kegelförmigen Querschnitt zeigen. Später nimmt das Anwachsen der Umgänge ab, so dass die Gehäuse älterer und ausgewachsener Individuen die *Cerithium*form zeigen. Mir liegen zahlreiche Jugendexemplare, die ganz der TERQUEMschen Abbildung entsprechen und nur einige ältere vor, ich habe das grösste abbilden lassen, CAPELLINI hat ein noch grösseres (loc. cit.) vorgelegen, von ca. 6,5 mm Länge.

In der Veränderung des Spitzenwinkels älterer Exemplare im Vergleiche zu dem der ersten Windungen, wodurch die Gehäuse eine etwas pupoide Form erhalten, haben wir ganz dieselbe Erscheinung wie bei *Cer. lugdunense*.

Untersuchte Stücke: Zahlreiche Gehäuse.

Fundort: A. Bolgia und A. Castello.

Familie: Actaeonidae D'ORB.

Genus: *Cylindrobullina* v. AMMON

(*Orthostoma* DESH. pars.)

COSSMANN[1] hat eine neue Untergattung *Striactaeonina* aufgestellt für eine Gruppe von kleinen Actaeoniden aus dem unteren Lias, die sich durch fast cylindrische Form infolge Vorwiegens der letzten Windung, auf die sich als kurzer Kegel der freie Teil der oberen, stark überdeckten Windungen aufsetzt, auszeichnen, mit hinten sehr schmaler, vorne sich wenig erweiternder und am unteren Ende abgerundeter Mundöffnung und fast gerade verlaufendem äusseren Mundrande, die Schale verziert durch feine Spiralstreifen, welche nach der Basis zu etwas auseinanderlaufen, und einer Furche, die auf dem oberen Teil der Windungen dicht unter dem Abfall zur Naht eine Art Wulst oder Kiel von dem Hauptteile der Windung trennt.

v. AMMON hat die Gattung *Cylindrobullina*[2] aufgestellt, die diese Formen mit umfasst und jedenfalls viel besser dem verwandtschaftlichen Verhältnisse Rechnung trägt, während die von PIETTE 1856 noch viel weiter gefasste Gattung *Tubifer* der Hauptsache nach wohl Formen, die zu *Ceritella* gerechnet werden, umfasst, aus der also unsere Formen ausscheiden müssen. Das specifische Merkmal, worauf COSSMANN seine neue Untergattung gründet, ist die feine Streifung der Schale; nun wird eine solche nur bei vorzüglichem

[1] 1895. COSSMANN, Gastropodes des terrains jur. p. 25.

[2] 1878. v. AMMON, Gastropoden d. Hauptdolomites.

Erhaltungszustande, besonders bei so kleinen Individuen, wie die, um die es sich hier handelt, überhaupt sichtbar sein, ausserdem finden sich natürlich alle Uebergänge. Alle mir aus der Val Solda vorliegenden Formen erscheinen z. B. glatt, und nur an einzelnen Stellen weniger Exemplare kann man die Spiralstreifung, ich möchte sagen, gerade noch ahnen. Trotzdem bin ich nicht im geringsten im Zweifel, Formen vor mir zu haben, die Cossmann zu seiner neuen Untergattung stellt, während ich sie nach ihm davon trennen müsste. Er reisst eben eine eng zusammenhängende Gruppe von Formen auf m. E. unwichtige Merkmale hin auseinander. Belässt doch Cossmann z. B. *Cylindrobullina elongata* Moore aus dem Hauptdolomit und *C. fragilis* Dkr. bei *Cylindrobullina*, während er die so äuserst nahe verwandten Formen *striata* und *Bouvignieri* in seine neue Untergattung stellt. Ferner lässt er diese Untergattung schon im Bathonien verschwinden, während sich noch im Sequan z. B. *Actaconina lauretana* und andere[1] Arten finden, die sich m. E. in der Gattung nicht von unseren Formen trennen lassen.

Meiner Ansicht nach ist daher Cossmanns neue Untergattung *Striactaeonina* nicht zu acceptieren, sondern nur v. Ammons Gattung *Cylindrobullina* in der von demselben gegebenen Ausdehnung beizubehalten.

Cylindrobullina sinemuriensis Mart. sp.

Tab. VI Fig. 3, 4.

? 1842.	*Tornatella fragilis*	Dunker, Halberstadt S. 111 Tab. XIII Fig. 19.
1860.	*Actaeon sinemuriensis*	Martin, Côte d'Or S. 70 Tab. I Fig. 9, 10.
1864.	*Orthostoma scalaris*	Dumortier, Infralias p. 126 Tab. XX Fig. 12.
1892.	*Actaeonina Dumortieri*	Hudl. und Wils., Brit. jur. Gastrop. p. 27.
1892.	— *sinemuriensis*	Hudl. und Wils., Ibid. p. 29.
1902.	*Striactaeonina* —	Mart., Cossmann, Vendée S. 27 Tab. I Fig. 40—41 Tab. IV Fig. 42.

Grösse der abgebildeten Exemplare:

Länge	4,75 mm
Breite	2,6 mm
Höhe des letzten Umganges	26 mm

Diese Form ist diejenige, die im Vergleich zu ihrer Länge die grösste Dicke zeigt, da die Umgänge sich sehr stark umfassen, so dass der freibleibende Teil der oberen Windungen nur einen ganz kurzen Kegel bildet. Die Windungen fallen oben fast senkrecht zur Naht

[1] 1893. Greppin, Oberbuchsiten Tab. I Fig. 13.

ab, dicht unter dem Nahtabfall läuft eine feine vertiefte Furche um die Windungen, eine Art von Wulst oder Kiel von dem Hauptteile abtrennend. Auf dem Abfall zur Naht sieht man zwei Spirallinien.

DUMORTIERS *O. scalaris* erscheint auf der Abbildung etwas schlanker, dürfte aber wohl hierher zu stellen sein und könnte allenfalls als Varietät angesehen werden.

Untersuchte Stücke: 3 Exemplare.

Fundort: Val Solda.

Cylindrobullina striata PIETTE sp.

Tab. VI Fig. 5, 6.

1856.	*Tubifer striatus*	PIETTE, Aiglemont p. 203 Tab. X Fig. 22.
1865.	*Orthostoma striatum*	PIETTE, TERQUEM und PIETTE, Lias infér. p. 41 Tab. IV Fig. 12, 13.
1865.	*Actaeonina Valleti*	STOPPANI, Contortaschichten S. 201 Tab. XXV Fig. 7.
1895.	*Striactaeonina striata*	PIETTE, COSSMANN, Gastropodes S. 26.
1895.	— *avena*	TQM., COSSMANN, Ebd. S. 30 Tab. I Fig. 36.

Grösse des abgebildeten Exemplares:

Länge	3,75 mm
Breite	1,8 mm
Höhe des letzten Umganges	3 mm

Der Wulst tritt schwächer als bei voriger Art hervor. Einige Spiralstreifen auf dem Abfall zur Naht geben ihm ein schwach treppenförmiges Ansehen. Das Gehäuse erscheint etwas schlanker.

Untersuchte Stücke: 7 Exemplare.

Fundort: Val Solda.

Cylindrobullina Bouvignieri TQM. sp.

Tab. VI Fig. 7.

1855.	*Tornatella Bouvignieri*	TERQUEM, Hettange p. 257 Tab. XV Fig. 1.
1858.	— *fragilis*	QUENSTEDT, Jura S. 61 Tab. V Fig. 26 pars.
1864.	*Orthostoma cylindrata*	DUMORTIER, Infralias p. 125 Tab. XX Fig. 10.
1865.	*Actaeonina Pilleti*	STOPPANI, Contortaschichten S. 202 Tab. XXXV Fig. 6.
1867.	*Tornatella Bouvignieri*	TQM., MOORE, Quart. Journ. vol. XXIII p. 565.
Cf. 1869.	*Orthostoma fontis*	DUMORTIER, Lias super. p. 220 Tab. XXVII Fig. 14.
1892.	*Actaeonina Bouvignieri*	TQM., HUDL. und WILS., Brit. jur. Gastrop. p. 25.
1895.	*Striactaeonina* —	COSSMANN, Gastropodes S. 7 Tab. I Fig. 38, 39.

Grösse des abgebildeten Exemplares:

Länge	10 mm
Breite	3,7 mm
Höhe des letzten Umganges	6,6 mm

Das Gehäuse ähnelt durchaus dem vorigen, nur ist der Windungsabfall weniger steil, die Streifung auf demselben weniger zu bemerken und der Wulst auf einen kaum bemerkbaren Kiel reduciert. Der Windungskegel ist im Vergleiche zur letzten Windung etwas höher. Hierher dürfte auch Quenstedts *Tornat. fragilis* (Fig. 26, links) gehören, während das abgebrochene Exemplar (rechts) wohl zu *C. sinemuriensis* zu stellen sein dürfte.

Untersuchte Stücke: 5 Exemplare.

Fundort: Val Solda.

Cylindrobullina avena Tqm. sp.

Tab. VI Fig. 8.

1855.	*Orthostoma avena*	Terquem, Hettange p. 260 Tab. XV Fig. 8.
1859.	— *gracile*	Martin, Côte d'Or S. 71 Tab. I Fig. 17, 18.
1864.	— —	Mart., Dumortier, Infralias p. 125 Tab. XX Fig. 11.
1865.	— *avena*	Tqm., Terquem und Piette, Lias infér. p. 40.
1867.	— —	— Moore, Quart. Journ. vol. XXIII p. 564.
1892.	*Actaeonina* —	— Hudl. und Wils., Brit. jur. Gastrop. p. 26.
1895.	*Striactaeonina avena*	— Cossmann, pars Gastropodes S. 26 Tab. I Fig. 37 (non 36).
Cf. 1895.	*Tornatellaea fontis*	Dum., Cossmann, Ebd. S. 12 Tab. I Fig. 2.
1902.	*Striactaeonina avena*	Tqm., Cossmann, Vendée S. 167 Tab. III Fig. 3, 4.

Grösse des abgebildeten Exemplares:

Länge	6,1 mm
Breite	2,6 mm
Höhe des letzten Umganges	4,3 mm

Der gerundete Windungsabfall zur Naht, sowie eine etwas schlankere Form des Gehäuses und der verhältnismässig etwas höhere Windungskegel unterscheidet die Form von der vorigen. Nach der citierten Abbildung bei Terquem scheint mir das *O. gracile* hierher zu gehören, während die von Cossmann als solche abgebildeten Exemplare von mir eher zu der folgenden Art gezogen werden.

Untersuchte Stücke: 5 Exemplare.

Fundort: Val Solda.

Cylindrobullina oryza TQM. sp.

Tab. VI Fig. 9, 10.

1855. *Orthostoma oryza* TERQUEM, Hettange p. 260 Tab. XV Fig. 9.
1895. *Cylindrobullina* — TQM., COSSMANN, Gastropodes S. 45 Fig. 5.
1902. — — — — Vendée S. 170 Tab. III Fig. 7 Tab. IV Fig. 22, 23.
Cf. 1902. *Tornatellaea gracilis* MART., COSSMANN, Gastropodes S. 12 Tab. I Fig. 4, 5, Tab. IV Fig. 39.

Grösse des abgebildeten Exemplares:

Länge	3,6 mm
Breite	1,7 mm
Höhe des letzten Umganges	2,2 mm

Der Windungsquerschnitt mehr gerundet, der Windungskegel höher und die Höhe der letzten Windung entsprechend niederer als bei voriger Art.

Untersuchte Stücke: 1 Exemplar.
Fundort: Val Solda.

Echinodermata.

Klasse: **Crinoidea.**

Genus: *Pentacrinidae* D'ORB.

Pentacrinus angulatus OPP.

1856. OPPEL, Die Juraformation S. 151 Tab. 12.
1864. DUMORTIER, Infralias p. 166 Tab. XXIII Fig. 3—4, XXV Fig. 11—12.
1874—76. QUENSTEDT, Petrefaktenkunde IV S. 205 Tab. 97 Fig. 36, 37.

Es liegen nur zahlreiche einzelne, und auch einige zusammenhängende Stielglieder vor. Die Erhaltung ist eine nicht sehr gute, die Verkieselung oft nur unvollständig (innen hohl). Ich nenne sie nach DUMORTIERS Abbildung *P. angulatus* OPPEL, will aber nicht bestimmt behaupten, dass man sie nicht auch als *P. psilonoti* QU.[1] oder *tubercul.* MILL.[2] ansehen könnte, wenn überhaupt diese wirklich voneinander zu trennen sein sollten.

Untersuchte Stücke: Zahlreiche Stielglieder.
Fundort: A. Bolgia und A. Castello.

---

[1] 1858. QUENSTEDT, Jura p. 50 Tab. V Fig. 7.
[2] 1821. MILLER, Crinoiden (Bristol) p. 64. 1856. OPPEL loc. cit. p. 111.

Klasse: **Echinoidea.**

Familie: **Diadematidae.**

Genus: *Diademopsis* Desor.

Diademopsis buccalis Ag. sp.

1847. *Hemicidaris buccalis* Agassiz, Catalogue raisonné p. 35.
1858. *Diademopsis* — Ag., Desor, Synopsis p. 79.
1864. *Diademopsis buccalis* Ag., Dumortier, Infralias p. 91 Tab. XVI Fig. 11, 12, 13 Tab. XVII Fig. 3.

Schalenbruchstücke, die mir allein vorliegen, gestatteten, sie mit ziemlicher Sicherheit auf obige Art zu beziehen.

Ferner liegt mir noch ein kleines Bruchstück einer Cidarisschale, das unbestimmbar ist, vor und viele einzelne Stacheln von verschiedener Länge und Stärke, dünne längsgestreifte lange Stäbe mit kleinem, an der Ansatzstelle etwas dickerem Conus, wie sie Dumortier (loc. cit.) Fig. 3 abbildet, vor.

Nach Dumortiers Ausführungen und Abbildung (loc. cit.) und der Abbildung Desors[1] von der jedenfalls unserer Form sehr nahestehenden *Diademopsis Heeri* Merian kann es wohl keinem Zweifel unterliegen, dass die erwähnten Stacheln zu obiger Form gehören.

Untersuchte Stücke: Schalenbruchstücke und einzelne Stacheln.

Fundort: A. Bolgia und A. Castello.

Coelenterata.

Familie: **Eupsamidae** E. u. H. emend. Ogilvie.

Genus: *Stylophyllopsis* Frech.

Stylophyllopsis Haimei Chap. und Dew. sp.

Tab. VI Fig. 13—17.

1851.	*Montlivaultia Haimei*	Chapuis und Dew., Luxembourg p. 263 Tab. XXXVIII Fig. 5.
1859.	— *sinemuriensis*	d'Orb., Martin, Côte d'Or S. 92 pars.
?1859.	*Thecosmilia . . .?*	Dumortier, Ebd. S. 174 Tab. XXIX Fig. 14.
?1859.	*Polypier . . .?*	— Ebd. Fig. 11.
1865.	*Montlivaultia Haimei*	Chap. und Dew., Terquem und Piette, Lias infér. p. 126.
1867.	— —	Chap. und Dew., Duncan, Brit. foss. corals ser. II p. IV, p. 35 Tab. X Fig. 24—32.

Einfache Zelle, cylindrisch, flach-kreiselförmig, mit der Spitze oft an einem kurzen Stiel aufgewachsen, im Alter vielleicht frei.

[1] Loc. cit. Tab. XIII Fig. 1, 2.

5 Leistencyclen = 9 Ordnungen = 96 Septen. Runzelige Epithek, die bis an den Kelchrand reicht. Die Septen, von denen der erste und zweite Cyclus schon bei geringer Grösse der Individuen gleich stark erscheinen, erheben sich nur wenig über den Rand der Epithek, sind auf ihrer oberen Kante ausgezackt und haben wellenförmige Seitenflächen, so dass der Querschnitt ein perlschnurartiges Bild giebt. Einige Exemplare zeigen noch das erste Stadium mit beginnender Bildung der beiden ersten Cyclen, während auf den meisten jungen Exemplaren bereits drei Cyclen entwickelt sind. Eine Columella ist nicht vorhanden, die sechs Septen des ersten Cyclus treffen im Centrum zusammen, indem sie sich hier in Pfählchen auflösen, der zweite Cyclus reicht ebenfalls bis zur Mitte heran, indem er sich ebenfalls in Pfählchen auflöst, sodass die zu diesen beiden Cyclen gehörenden Pfählchen quasi ein Bündel in der Mitte bilden. Der dritte Cyclus reicht noch bis beinahe zur Mitte vor, ist aber durch einen Zwischenraum deutlich von dem Säulenbündel getrennt, die folgenden Cyclen sind dann entsprechend kürzer und auch etwas schwächer. Der Uebergang der Septen (die ja gewissermassen nur zusammengewachsene Pfählchen darstellen) der zwei ersten Cyclen zu der Pfählchenbildung ist ein allmählicher, so dass sich eine Grenze nicht ziehen lässt und ich auch nicht angeben kann, wie viel concentrische Reihen das Pfahlbündel aufbauen.

Junge Exemplare zeigen eine kelchförmige oder auch halbkugelige Form der epithekbedeckten Unterseite und sitzen oft auf einem kurzen Stiele, während ausgewachsene Exemplare scheibenförmig mit flach conischer Unterseite sind.

Es sind keinerlei Böden oder Querblättchen entwickelt, sondern die Septen reichen freistehend bis auf die Epithek herab. Die Individuen scheinen nicht gross zu werden, — das grösste mir vorliegende Exemplar misst 12 mm im Durchmesser. Sie pflanzen sich bei calycinaler Knospung durch sog. Verjüngung fort und zwar oft schon in einem frühen Altersstadium. Da bei keinem der zahlreichen Exemplare auch nur eine Spur irgend welcher Endothek zu sehen ist, müssen wir wohl solches als eine Eigentümlichkeit der Art ansehen. Auch nach CHAP. und DEW.S und DUNCANS Bemerkungen scheinen Dissepimente bei dieser Art nie beobachtet zu sein. Die Individuen bleiben eben offenbar bei diesem Jugendstadium stehen, altern rasch, um sich dann wieder zu verjüngen. Spuren von Lateralknospung oder Teilung konnte ich nirgends sehen. Wir haben es hier offenbar mit einer Form zu thun, die über ein primitives Ent-

wicklungsstadium nicht hinauskommt, oder aber vielleicht mit degenerierten, kränkelnden Formen, denen die nötige Nahrung zu weiterer Entwicklung fehlte.

Frech hat Formen, deren Septen aus isolierten Dornen bestehen, als *Stylophyllum*[1] von den *Montlivaultien* abgetrennt. Für Formen, die in Bezug auf den Aufbau ihrer Septen etwa in der Mitte zwischen diesen beiden Gattungen stehen und die bisher zu *Montlivaultia* oder *Thecosmilia* gestellt wurden, hat er die Gattung *Stylophyllopsis*[2] geschaffen. Er stellt hierher Formen mit Septen, die aus Dornen bestehen, welche im Centrum isoliert sind, nach der Peripherie aber sich aus mehr oder weniger lose miteinander verbundenen solchen Dornen aufbauen, wobei der Oberrand der Septen tief ausgezackt ist und die Seitenflächen derselben glatt — oder wenigstens fast glatt und nur regellos fein gekörnt sind —, während sie bei *Montlivaultia* ausgesprochene, in Wellenlinien angeordnete Granulation zeigen. Frech unterscheidet beide Gattungen auch noch durch die Beschaffenheit der Dissepimente, worauf wir hier nicht einzugehen brauchen, da bei unserer Art überhaupt keine sich finden.

Aus Frechs Definition der Gattungen ergiebt es sich, dass unsere Art zu *Stylophyllopsis* zu stellen ist. Die von Duncan als *Montl. Guettardi*[3] beschriebene Form scheint ebenfalls hierher zu gehören. Sie muss somit von der *Montl. Guettardi* Blainv., die Chapuis und Dew.[4] beschrieben haben, getrennt werden, welche nach Beschreibung und Abbildung zusammenhängende Septen, die an den Seiten mit ausgesprochener Granulation bedeckt sind, besitzt, also typisch zur Gattung *Montlivaultia* gehört.

Frech stellt die Genera *Stylophyllum* und *Stylophyllopsis* zu den *Astraeidae*. Miss Ogilvie[5] wendet sich gegen diese Zusammenstellung und weist nach, dass diese beiden Gattungen unter die Familie der *Eupsamidae* einzureihen seien.

Ich war zweifelhaft, ob die mir vorliegenden Exemplare zu *M. Haimei* gestellt werden könnten, da ihre Grösse geringer, immer

---

[1] 1890. Frech, Korallenfauna der Trias S. 42 ff.

[2] Loc. cit. S. 48.

[3] 1867—68. Duncan, Brit. fossil corals ser. II part. IV p. 51 Tab. XII Fig. 6—10.

[4] 1851. Chapuis und Dew., Luxembourg p. 264 Tab. XXXVIII Fig. 6.

[5] 1895. Ogilvie, Madreporian types of corals p. 301 ff. 1896—97. Korallen der Stramberger Schichten p. 248 ff.

nur fünf Cyclen (statt sechs bei CHAP. und DEW.) entwickelt sind und dachte an eine Mittelform zwischen *M. Haimei* und *M. Guettardi* DUNC.[1] (non Blainville[2]). An den Abbildungen von DUNCAN habe ich mich überzeugt, dass die Identifizierung wohl angängig ist.

Anfänglich war ich geneigt, diese Form zu *M. sinemuriensis* zu stellen, überzeugte mich aber nach DUMORTIERS und MARTINS Beschreibungen und Abbildungen, sowie durch gütige Mitteilungen, die mir Herr Dr. ROMAN in Lyon über die DUMORTIERschen Originale zukommen liess, dass *M. sinemuriensis* in der Regel in die Höhe wächst und dabei Endothek bildet, auch grösser wird als unsere Art, welche somit von *sinemuriensis* zu trennen ist.

Dagegen scheint es mir nicht unwahrscheinlich, dass ein Teil der bisher zu *M. sinemuriensis* als Jugendformen gestellten Exemplare zu unserer Art gehört: es wäre auch auffällig, dass eine Form, die in der Val Solda so häufig zu sein scheint, in den räumlich sowohl als faciell so naheliegenden gleichen Schichten des Rhônebeckens fehlen sollte. DUMORTIERS Fig. 11 dürfte wohl den abgestorbenen Kelch eines Individuums unserer Art darstellen, in dem man als concentrischen Ring die Reste des abgebrochenen durch Verjüngung entstandenen Kelches sieht[3]. Allerdings bemerkt DUMORTIER, dass dieses Exemplar mit seiner ganzen unteren Fläche auf der Cardinienschale festgewachsen sei, was im Gegensatze steht zu der nach unten spitz zulaufenden oder gestielten Form der meisten Kelche, doch liegt mir auch ein Exemplar vor, das der inneren Seite einer Astartenschale wenigstens mit einem Teile seiner Fläche aufgewachsen erscheint. Fig. 14 (ibid.) stellt vielleicht einen verjüngten Kelch über dem älteren vor.

Unsere Form steht jedenfalls der *M. Guettardi* DUNC. recht nahe, nur zeichnet sich letztere, abgesehen von bedeutenderer Grösse, dadurch aus, dass die Septen die Wand mehr überragen, und gehört in der Regel einem etwas höheren Niveau an.

Untersuchte Stücke: 40—50 Exemplare.

Fundort: A. Bolgia und A. Castello.

---

[1] 1867—68. DUNCAN, Brit. fossil corals ser. II part. IV p. 51 Tab. XII Fig. 6—10.

[2] 1851. CHAPUIS und DEW., Luxembourg p. 264 Tab. XXXVIII Fig. 6.

[3] Individuen mit ganz derselben Erscheinung liegen mir in mehreren Exemplaren vor.

Ordnung: **Hexactinellida.**

U.-Ordnung: **Dictyonina** Zitt.

Familie: ?**Callodictyonidae** Zitt.

Genus: *Eudictyon* n. g.

Becherförmiger Schwamm mit weitem Centralraum und dünner Wand, diese besteht aus mehreren Schichten verschmolzener regulärer Sechsstrahler, welche reihenförmig geordnet, quadratische ziemlich weite Maschen bilden, die ein äusserst regelmässiges gegittertes Gerüst ergeben (cubische Maschen Zittels). Die Kreuzungsknoten der Arme sind dicht.

Auf der äusseren Wandfläche verdichtet sich das Skelett zu einer Deckschicht, in die sich kleine rundliche Canalostien einsenken, die in Verticalreihen angeordnet sind und in flachen Längsfurchen liegen. Diese Ostien sind flach und nur auf die Deckschicht beschränkt, während im Innern der Wand das Skelett aus einem vollständig homogenen Gitterwerk besteht. Dieses Gitterwerk bildet auch die innere Wandfläche, die gleichmässig eben erscheint und nur eine schwach angedeutete Streifung erkennen lässt, welche durch eine flache Wellenform, die wohl den äusseren Furchen entspricht, zu Stande kommt, ohne die gleichmässige Anordnung der Skelettmaschen im geringsten zu beeinträchtigen. Auf die innere Wand legt sich eine Deckschicht hexactiner, feiner, regulär ausgebildeter einzelner Dermalnadeln, die an Grösse und Dicke bedeutend hinter den Skelettelementen zurückstehen. Von solchen Dermalnadeln ist auf der äusseren Seite keine Spur zu sehen.

Nach obiger Diagnose lässt sich die Form in keine der bestehenden Gattungen einreihen und muss daher eine neue für sie geschaffen werden. Es ist auch nicht ganz leicht, diese Gattung in eine der bisher aufgestellten Familien[1] einzureihen. Der etwas erweiterten Form der Definition von *Craticulariidae* Rauff (= *Euretidae* Zittel, non von Schulze), wie sie Zittel in seinem kleinen Lehrbuche giebt, wo nur blinde Kanäle im allgemeinen erwähnt werden, nicht aber speciell solche sowohl in der äusseren wie in der inneren Wand (Epirrhysen und Aporrhysen), nach könnte man sie hierher stellen, wegen der festen Beschaffenheit der Kreuzungsstellen des Skelettes; doch müsste man von dem Merkmal, dass die Kanäle bei

[1] 1893. Rauff, Palaeospongiologie S. 186 ff.

dieser Familie immer im Baue des Skelettes sich ausdrücken, während bei unserer Gattung das eigentliche Skelett aus nur gleichgrossen Maschen besteht ohne Erweiterungen für die Kanäle, absehen, was wohl kaum angeht. Von der Familie der *Callodictyonidae*, wie sie ZITTEL aufgestellt hat[1], würde sie durch die Ausbildung der Kreuzungsknoten, die octaëdrisch durchbohrt sind (Lychnisken), bei unserer Form aber dicht sind, geschieden sein, während sonst alle Merkmale bis auf die Bedeckung der inneren Wandfläche unserer Form durch hexactine Dermalnadeln stimmen. Es frägt sich nun, ob auf das Merkmal der Kreuzungsknoten ein so grosses Gewicht zu legen ist und ob wir es nicht mit einer secundären Ausbildungsweise zu thun haben, die von der primitiveren Form mit festen Kreuzungsknoten abzuleiten wäre. Macht doch POCTA[2] bei *Craticularia parallela* GOLDF. sp. darauf aufmerksam, dass an dem Skelett hie und da um den Kreuzungsknoten gruppierte kleine Oeffnungen zu bemerken sind, die an das Aussehen eines octaëdrischen Knotens erinnern. Systematisch wichtiger dürfte wohl für die Unterscheidung der Zugehörigkeit der Gattung die Ausbildung des Kanalsystems sein und hier haben wir die vollständige Uebereinstimmung unserer Gattung mit den *Callodictyoniden*. Bei beiden drückt sich der Verlauf der Kanäle, ebenso wie bei der recenten *Farrea*, im Bau des eigentlichen Wandskelettes nicht aus[3], weil die Kanäle innerhalb der Oeffnungen des ziemlich weitmaschigen Gitters verliefen. Berücksichtigt man nun, dass unsere Gattung geologisch älter ist als die bisher beschriebenen *Callodictyoniden*, so könnte man wohl dazu hinneigen, die Gattung zu dieser Familie zu stellen und müsste dann nur die Diagnose erweitern, indem es heissen müsste: „Wand aus weitmaschigem Gittergerüst mit Lychnisken oder festen Kreuzungsknoten."

Wird eine solche Zusammenfassung von Formen mit festen Kreuzungsknoten (Hexactinen) und solchen mit octaëdrisch durchbohrten (Lychnisken) nicht für angängig gehalten, was z. B. A. SCHRAMMEN thut[4], so lässt sich die hier beschriebene Gattung in keiner der bestehenden Familien unterbringen, sondern müsste dann eine neue Familie, etwa *Eudictyonidae*, dafür geschaffen werden. Diese würde in der Tribus der *Hexactinosa* SCHRAMMEN ein Pen-

[1] 1877. ZITTEL, Fossile Spongien.

[2] 1886. POCTA, Fünfkirchner Gebirge S. 114.

[3] 1893. RAUFF a. a. O. S. 128.

[4] 1903. SCHRAMMEN, Zur Systematik der Kieselspongien (Mitt. Römer-Museum Hildesheim No. 19).

dant zu den *Callodictyonidae* Zittel in der Tribus der *Lychniscosa* Schrammen darstellen.

Schrammen glaubt in der Systematik ein besonderes Gewicht auf die Ausbildung der Kreuzungsknoten legen zu müssen und scheidet daher die *Hexactinelliden* mit festem Skelett (*Hexasterophora* F. E. Schulze 1899[1]) in oben angeführte zwei Tribus. Er meint nachgewiesen zu haben, dass die Annahme, dass Lychniske und Hexactine an demselben Individuum als normale Erscheinung vorkommen könnten, irrtümlich sei. Er fasst die *Hexactinosa* einerseits und die *Lychniscosa* andererseits als zwei getrennte phylogenetische Gruppen auf.

Eudictyon Steinmanni n. f.

Tab. VII Fig. 1, Tab. VIII Fig. 1—5.

Becherförmiger Schwamm obiger Gattungsdiagnose entsprechend, mit Gittermaschen von ca. 0,35 mm Seitenlänge. Wandstärke ca. 2,5 mm, die Wand wird von ca. 7 Maschencyclen aufgebaut.

Der Becher ist nicht vollständig erhalten, sondern auf der einen Seite aufgebrochen. Auch fehlt der Fuss des Schwammes und ebenso der obere Rand. Der Schwamm dürfte in der Höhe des jetzigen Oberrandes einen Durchmesser von ca. 40—45 mm gehabt haben. Die Detailzeichnungen auf Tab. VIII zeigen die äussere Wand mit der verdichteten Deckschicht (Fig. 1 und 3), die von den unregelmässig geformten, in Längsreihen angeordneten, nur durch diese reichenden Kanalostien durchbrochen wird; ferner die innere Wand (Fig. 2 und 5), die die regelmässigen Maschen des Skelettes zeigt, auf die sich die kleinen Dermal-Sechsstrahler legen. Fig. 4 giebt nach einem Dünnschliff den Bau des Skelettes. Dieser wurde von einem in Canadabalsam eingebetteten, ausgeätzten Skelettstückchen angefertigt, darauf der Balsam aufgelöst und das Präparat in Wasser gebettet.

Ich widme diese Form Herrn Professor Steinmann.

Untersuchte Stücke: 1 Exemplar.

Fundort: A. Bolgia.

Problematicum.

Tab. VII Fig. 2, 3.

Ich habe ein aus Schwammelementen bestehendes Gebilde abbilden lassen, über dessen Natur ich zu keiner genaueren Vorstellung

[1] 1899. F. E. Schulze, Amerikanische Hexaktinelliden. Jena.

gelangt bin. Auch Herr SCHRAMMEN in Hildesheim, an den ich mich gewandt, konnte mir keine Auskunft darüber geben. Ich hatte die Vermutung ausgesprochen, dass es vielleicht den Stiel eines Schwammes darstellen könnte. Er machte mich darauf aufmerksam, dass in einem solchen Stiele die Schwammnadeln in der Längsrichtung angeordnet sein müssen, während sie hier quer zur Hauptausdehnung liegen.

Mir liegen mehrere Stücke vor und zwar sowohl solche, die einen Cylinder, dessen Aussenseite von den quer liegenden Schwammnadeln gebildet wird, darstellen (Fig. 2), als auch solche, in denen die Nadeln eine Röhre bilden, die von Gesteinsmaterial (verkitteten, unregelmässig liegenden Kieselelementen, hauptsächlich Spongiennadeln und Bruchstücken derselben) umgeben wird.

Der Hauptsache nach werden diese Körper gebildet aus einachsigen grossen Schwammnadeln, wie sie sich sonst auch massenhaft in dem Gesteine finden, doch scheinen auch einige Sechsstrahler an dem Aufbau sich zu beteiligen.

Man könnte versucht sein, die Erklärung des Gebildes als einer Röhre zu versuchen, die sich irgend ein Geschöpf, etwa ein Wurm, aus den jedenfalls in grosser Anzahl in dem damaligen Meere der Gegend vorhandenen Schwammelementen gebaut hätte, wenn nicht der Aufbau des Cylinders als ein gar zu regelmässiger erschiene. Alle Nadeln liegen nämlich tangential in Ebenen, die auf die Längsachse desselben senkrecht stehen.

Hierbei mag erwähnt werden, dass *Serpulae* sich ziemlich zahlreich in diesen Schichten gefunden haben, aber nirgends die Andeutung einer solchen Umkleidung mit Spongiennadeln zeigen.

Uebersicht der beschriebenen Fossilien

nebst Angabe anderweitigen Vorkommens derselben Arten auf dem europäischen Continente.

Rh. = Rhônebecken und Côte d'Or. V. = Vendée. L. = Luxemburg, Hettange, Ostfrankreich. Sp. = Spezia. I. = Oberitalien. H. = Halberstadt. A. = Ostalpen. D. = Westdeutschland. × = verwandte Formen.

Art	Rhät.	Planorbis-zone	Angulat.-Z. u. höh. Sch.
1. *Schlotheimia Neumayri* nov. nom.	—	L. A. D.	—
2. *Aegoceras tenerum* NEUM. . . .	—	A. ? D.	—
3. — *Emmrichi* GÜMB. . . .	—	A.	A. Sp. L.
4. — *calliphyllum* NEUM. . .	—	A. ? Rh. ? L.	—
5. — *Johnstoni* SOW. . . .	—	D. H. L. A.	—
6. — cf. *Hagenowi* NEUM. .	—	A.	—
7. *Leptodesma Valsoldae* n. f. . . .	? I.	? L.	—

	Art	Rhät.	Planorbis-Zone	Angulat.-Z. u. höh. Sch.
8.	*Pseudomonotis Bolgiensis* n. f.	—	—	—
9.	*Pecten Thiollierei* Mart.	? I.	Rh.	L.
10.	— *valoniensis* Defr.	Rh.	Rh.	—
11.	— *dispar* Tqm.	×	L.	—
12.	— *aequalis* Qust	—	—	D. L.
13.	— *Falgeri* Mer.	I.	Rh.	—
14.	— *Hehli* d'Orb.	—	D.	D. Rh.
15.	*Lima gigantea* Sow.	? I.	Rh. D.	Sp. D.
16.	*Mantellum pectinoide* Sow.	? I.	Rh. L. D.	L. D. Rh.
17.	*Plicatula spinosa*	—	Rh. L.	L. D. Rh.
18.	— *hettangensis*	? I.	Rh. L.	L.
19.	*Dimyopsis Emmerichi* nov. nom.	I. A. Sp.	Rh. ? Sp. ? L.	—
20.	*Ostrea sublamellosa* Dkr.	—	H. Rh.	D.
21.	*Ostrea irregularis* Mstr.	—	D. ? Rh.	D. L.
22.	*Mytilus productus* Tqm.	—	L. Rh. D.	L. D.
23.	*Parallelodon sinemuriense* Mart.	—	Rh. ? H. ? D.	Rh.
24.	*Nuculina liasina* n. f.	—	—	—
25.	*Astarte subtetragona* Mstr.	—	? D. ? L.	D. ? L.
26.	— *cingulata* Tqm.	—	L.	—
27.	*Corbis? obscura* Tqm. u. P.	—	×	L.
28.	*Cardium Heberti* Tqm.	? D.	L. ? D.	Rh. D. L.
29.	*Protocardia Philippiana* Dkr.	? I. ? A. ? Rh.	H. L.	D.
30.	*Pholadomya corrugata* K. u. D.	—	Rh. D.	L. D. ? Rh.
31.	*Rhynchonella variabilis* Schlh.	—	L. D.	Rh. D. L.
32.	— *plicatissima* Qust.	—	Sp.	D. Rh.
33.	*Pleurotomaria lens* Tqm.	—	—	L.
34.	*Amberleya decorata* Mart.	—	V.	Rh.
35.	*Chrysostoma solarium* Piette	—	V.	L.
36.	*Neritopsis granum* Dum.	—	—	Rh.
37.	*Turritella Zenkeni* Dkr.	—	H. Rh. L. S.	L. D.
38.	*Omphaloptycha morencyana* Piette	—	V. ? D. ? A. ? L.	L.
39.	*Promathildia Dunkeri* Tqm.	×	H. A. L. Rh.	L. Rh. D.
40.	— *Semele* d'Orb.	—	Rh. L.	Rh. Sp.
41.	— *Terquemi* nov. nom.	—	A. Sp. L.	L.
42.	— *fragilis* Tqm.	—	—	? Rh. L.
43.	*Protocerithium lugdunense* Dum.	—	V. ? D.	Rh.
44.	— *abcisum* Tqm.	—	—	Rh.
45.	— *costellatum* Tqm.	—	Sp. L. Rh.	—
46.	*Cylindrobullina sinemuriensis* Mart.	—	V. ? H.	Rh.
47.	— *striata* Piette	I.	Rh.	L.
48.	— *Bouvignieri* Tqm.	I.	—	Rh. D.
49.	— *avena* Tqm.	—	V. L.	Rh.
50.	— *oryza*	—	V. L.	—
51.	*Pentacrinus angulatus* Opp.	D.	D. Rh.	Rh. D.
52.	*Diademopsis buccalis* Ag.	—	Rh.	—
53.	*Stylophyllopsis Haimei* Ch. u. D.	—	L. Rh.	Rh. L.
54.	*Eudictyon Steinmanni* n. f.	—	—	—
	54 Arten	6 (13)	42 (40)	37

Durchmustert man die obige Liste, so kann wohl kein Zweifel obwalten, dass wir es mit unterem Hettangien (Planorbiszone) zu thun haben; zur Bestimmung des Horizontes können natürlich nur die Ammoniten in Frage kommen, da die übrigen ver-

tretenen Fossilarten überall eine grössere vertikale Verbreitungszone aufweisen.

Unter den aufgeführten sechs Ammonitenarten sind fünf dem Planorbishorizonte eigentümlich, während nur eine, *Aeg. Emmrichi* GÜMB. auch in dem nächsthöheren von Spezia und vielleicht auch von N.-O. Frankreich vorkommt. So habe ich mich denn überzeugt, dass die fossilführenden Horizonte, deren Fauna ich hier beschrieben habe, nur die Planorbiszone repräsentieren, während ich früher[1], als mir nur ein Teil des Materiales vorlag und ich dasselbe nur oberflächlich bestimmt hatte, angenommen hatte, dass wir hier das ganze *Hettangien* vor uns hätten.

Von Lamellibranchiaten habe ich 24 Arten aufführen können, 3 davon sind neu und 1 unsicher. Somit bleiben uns zum Vergleiche 20 Arten nach, von denen 10 (oder wenigstens ihnen sehr nahe verwandte Arten) wahrscheinlich sich schon in der oberen Trias finden und 14 in höhere Horizonte hinaufreichen. Nur auf den Horizont beschränkt dürfte von den 20 schon früher beschriebenen keine einzige Art sein.

Viel zahlreicher an Individuen und auch an Arten reichlich vertreten sind die Gastropoden, von denen wir 18 Arten zählen. Von ihnen haben nur 2—3 schon in der oberen Trias Vertreter, während alle bis auf 2 in höhere Schichten hinaufreichen, 4 sogar bisher nur in den nächsthöheren Schichten beschrieben sind. Dabei habe ich den Horizont in der Vendée, aus dem COSSMANN (1902 loc. cit.) seine Fauna beschrieben hat, als zur Planorbiszone gehörend gerechnet, obgleich es auch nicht ausgeschlossen ist, dass er zur nächsthöheren Zone gehört. In letzterem Falle würde sich das Verhältnis etwas zu Ungunsten der Planorbiszone verschieben.

Stylophyllopsis Haimei CH. und D. wird auch noch aus den Angulatenschichten erwähnt, hat aber in Frankreich ihre Hauptverbreitung in der Planorbiszone, allerdings hauptsächlich in den höheren Schichten derselben.

Deutlich ist in unserer Fauna der Charakter des Ueberganges von der Trias zum Jura ausgesprochen, indem *Avicula Valsoldae*, *Pseudomonotis Bolgiensis*, einige *Pectines*, *Lima gigantea*, *Protocardia Philippiana*, vor allem aber *Dimyopsis Emmerichi (Plic. intustriata)*, diese Leitform des Rhät, ferner auch einige Gastropoden, so *Omphaloptycha* und die *Promathildien* und *Cylindrobullinen* durch-

[1] 1901. v. BISTRAM, Briefl. Mitt.: Luganer und Comer See.

aus an Triasformen erinnern, während die Ammonitenfauna und der grösste Teil der Gastropoden, dann aber auch *Mantellum pectinoide* und *Pentacrinus angulatus* uns zu den höheren Liashorizonten hinüberleiten.

Es macht den Eindruck, als ob die auf unsere Schichten folgenden Horizonte in dem Seengebiete nicht mehr fossilreich entwickelt seien, wegen des zunehmenden Kieselgehaltes der Schichten, in welchen bei dem fast durchweg verkieselten Gestein auf keine Fossilausbeute mehr zu rechnen ist. Erst das *Sinémurien*, in dem der Kieselgehalt wieder zurückgegangen ist, gewährt eine, wenn auch schwächere Fossilausbeute, doch scheint es nicht ausgeschlossen, dass sich auch Fossilfundstellen in den zwischenliegenden Horizonten des Seengebietes finden können, während Verarbeitung weiteren Materiales aus den von mir entdeckten Fundstellen in der Val Solda sicher noch die oben beschriebene Fauna mit manchen weiteren Formen bereichern dürfte. Dabei hat man die begründete Aussicht, weitere Spongienformen zu finden, was, bei der geringen Kenntnis, die wir bisher von solchen des Lias besitzen, von grossem Werte wäre. Kleine Bruchstücke von hexactinelliden Skeletten liegen mir z. B. vor, die nicht zu der beschriebenen Form *Eudictyon* zu gehören scheinen, sondern eher den Typus von *Craticularia* zeigen.

Hier am Schluss möchte ich noch allen den Herren, die mir ausser Herrn Prof. Steinmann Auskünfte und Ratschläge bei dieser Arbeit haben zu teil werden lassen, besonders Herrn Prof. Dr. Boehm-Freiburg, Herrn A. Schrammen-Hildesheim und Herrn Dr. Roman-Lyon, meinen Dank für ihre freundliche Unterstützung aussprechen.

Tafelerklärungen.

Tafel I.

Fig. 1— 2. *Schlotheimia Neumayri* nov. nom. (p. 16.). Unterhalb A. Bolgia.

Fig. 3— 4. *Aegoceras tenerum* NEUM. (p. 19). Unterer Fossilpunkt unterhalb A. Bolgia.

Fig. 5— 6. *Schlotheimia Neumayri* nov. nom. (p. 16) 2 : 1. Unterer Fossilpunkt unterhalb A. Bolgia.

Fig. 7— 8. *Aegoceras Emmrichi* QUENST. (p. 19) 1,5 : 1. Unterer Fossilpunkt unterhalb A. Bolgia.

Fig. 9. *Aegoceras calliphyllum* NEUM. (p. 21). Ammonitenbank unterhalb A. Bolgia. Kleines Exemplar.

Fig. 10. — — 2 : 1. Ammonitenbank unterhalb A. Bolgia. Jugendexemplar. Die Rippen, die nur etwas aufgewölbte, unregelmässig gestellte Falten bilden, sind etwas zu regelmässig und schematisch gezeichnet.

Fig. 11—13. — — 2 : 1. Ammonitenbank unterhalb A. Bolgia. Mittelgrosses Exemplar. Die Wohnkammer fehlt.

Fig. 14. *Aegoceras Johnstoni* SOW. (p. 22). Ammonitenbank unterhalb A. Bolgia. Das erhaltene Stück des äusseren Umganges war unvollständig verkieselt und konnte präpariert werden. Darnach wurde die Zeichnung desselben angefertigt, darauf die inneren Umgänge durch Aetzen gewonnen; das Exemplar war offenbar vor der Fossilisation schon deformiert.

Fig. 15. *Aegoceras cf. Hagenowi* DKR. (p. 23) NEUM. Ammonitenbank unterhalb A. Bolgia.

Fig. 16—17. *Pseudomonotis Bolgiensis* n. f. (p. 32) 7,8 : 1. A. Bolgia. Rechte Klappe eines Jugendexemplares von aussen und von innen.

Fig. 18 u. 19. — — 6,5 : 1. Linke Klappe eines etwas grösseren Jugendexemplars von aussen und von innen

Fig. 19. — — Sculpturdetail der linken Klappe (Fig. 18) in noch stärkerer Vergrösserung.

Fig. 21. *Plicatula hettangensis* TQM. (p. 45). A. Bolgia. Rechte Klappe von innen.

Fig. 22. — — A. Bolgia. Rechte Klappe von aussen.

Tafel II.

Fig. 1. *Dimyopsis Emmerichi* nov. nom. (p. 45) 3 : 1. A. Bolgia. Mit ihrer ganzen äusseren Fläche aufgewachsene (rechte) Klappe von innen.

Fig. 2. — — 3 : 1. A. Castello. Nur mit der Wirbelregion aufgewachsene rechte Klappe von aussen.

Fig. 3. — — 3 : 1. Dieselbe von innen.

Fig. 4. *Leptodesma Valsoldae* n. f. (p. 24) 4 : 1. A. Bolgia. Linke Klappe von aussen.

Fig. 5. — — 4 : 1. A. Bolgia. Schloss und vorderer Flügel derselben Klappe von innen.

Fig. 6. — — 4 : 1. Rückenansicht eines doppelklappigen Exemplares (Wirbel und vorderes Ende fehlen).

Fig. 7. — — 4 : 1. A. Bolgia. Rechte Klappe eines etwas kleineren Exemplares, Innenansicht mit Schloss.

Fig. 8. — — 4 : 1. Aussenansicht der rechten Klappe desselben Exemplares.

Fig. 9. *Gervillia pygmaea* Koch und Dkr. sp. (p. 26, 31) 2,6 : 1. Terrain à chailles der Pfirt (Oberelsass). Jugendexemplar. Linke Klappe von aussen.

Fig. 10. — — 3,5 : 1. Linke Klappe eines anderen Exemplares von ebenda von innen.

Fig. 11. *Gervillia aviculoides* Sow. (p. 25, 32) 2 : 1. Terrain à chailles des Pfirt (Oberelsass). Jugendexemplar.

Fig. 12. — — 2 : 1. Linke Klappe eines anderen Exemplares von ebenda, von innen.

Fig. 13. *Pecten (Chlamys) Thiollierei* Mart. (p. 33). A. Bolgia. Rechte Klappe eines ausgewachsenen Exemplares.

Fig. 14. — — — A. Bolgia. Doppelklappiges jüngeres Exemplar.

Fig. 15. — — — A. Castello. Linke Klappe eines ausgewachsenen Exemplares.

Tafel III.

Fig. 1. *Pecten (Chlamys) Falgeri* Mer. (p. 37) 2 : 1. A. Bolgia. Rechte Klappe. Die Zeichnung der Rippen ist nicht ganz gelungen, a. d. O. erscheinen die Rippen breiter, gerundeter und die Zwischenräume schmäler.

Fig. 2. *Pecten (Chlamys) valoniensis* Defr. (p. 35) 3 : 1. A. Bolgia. Bruchstück einer (rechten?) Klappe.

Fig. 3. *Pecten (Chlamys) dispar* TQM. (p. 36) 6,5 : 1. A. Bolgia. Bruchstück der rechten Klappe eines Jugendexemplares.

Fig. 4. *Pecten (Chlamys) aequalis* QUST. (p. 37) 2 : 1. A. Bolgia. Linke Klappe. Die Conturen der Ohren sind nach einem anderen Exemplare von derselben Fundstelle durch punktierte Linien ergänzt.

Fig. 5. — — — 2 : 1. A. Bolgia. Rechte Klappe.

Fig. 6— 7. *Lima (Mantellum) pectinoides* SOW. (p. 41) 2 : 1. A. Bolgia. R. u. l. Klappe von Jugendexemplaren, von aussen.

Fig. 8— 9. — — — 4 : 1. A. Bolgia. Rechte und linke Klappe von Jugendexemplaren, Innenansicht.

Fig. 10—11. — — — 2 : 1. A. Bolgia. Rechte Klappe eines grösseren Exemplares von aussen und innen. Es ist die grösste von mir gefundene Schale.

Fig. 12—13. — — — 2 : 1. A. Bolgia. Linke Klappe, Zwischengrösse zwischen den beiden Vorigen.

Fig. 14. *Lima (Mantellum) aff. Hausmanni* DKR. (p. 44) 2 : 1. Lias α von Vaihingen (Württemberg). Zweiklappiges Exemplar, linke Klappe.

Fig. 15. — — — 2,4 : 1. Dieselbe, rechte Klappe (etwas kleiner als die l., mit Einschaltrippen).

Fig. 16. — — — 2 : 1. Dieselbe, etwas von oben gesehen, zeigt die Wirbel (der l. abgebrochen) und die von aussen sichtbare Faltung des Schalenrandes neben denselben (Pseudoschlossbezahnung).

Fig. 17. *Corbis ? obscura* TQM. und PIETTE (p. 53) 2 : 1. Grosses zweiklappiges Exemplar, Ansicht der rechten Klappe.

Fig. 18. — — 2 : 1. Rückenansicht eines anderen Exemplares (nicht ganz gelungen, da nicht gerade von oben, sondern etwas schräg von hinten gezeichnet; ausserdem die Vorderseite nicht richtig — zu kurz — ergänzt.

Fig. 19 u. 20. — — 4 : 1. Schloss der linken und der rechten Klappe (die Zeichnungen sind nicht ganz gelungen); die rechte Klappe zeigt einen starken Kardinalzahn, die linke zwei solche.

Tafel IV.

Fig. 1. *Protocardia Philippiana* DKR. (p. 54) 4 : 1. A. Bolgia. Schloss der rechten Klappe.

Fig. 2. *Nuculina liasina* n. f. (p. 51) 6 : 1. A. Bolgia. Linke Klappe von innen.

Fig. 3. *Parallelodon sinemuriense* Mart. sp. (p. 49) 6 : 1. A. Bolgia. Linke Klappe von aussen.
Fig. 4. — — 6 : 1. A. Bolgia. Linke Klappe von innen.
Fig. 5. — — 6 : 1. A. Bolgia. Rechte Klappe von innen.
Fig. 6. — — 6 : 1. A. Castello. Rechte Klappe eines etwas grösseren Exemplares von aussen.
Fig. 7. *Cardium Heberti* Tqm. sp. (p. 54) 6 : 1. A. Bolgia. Rechte Klappe von aussen.
Fig. 8. — — 6 : 1. Rückenansicht eines zweiklappigen Exemplares.
Fig. 9. — — 6 : 1. Linke Klappe von innen.
Fig. 10. — — 6 : 1. Rechte Klappe von innen.
Fig. 11. *Astarte subtetragona* Mstr. (p. 51) 6 : 1. Val Solda. Linke Klappe von aussen.
Fig. 12. — — 6 : 1. Rechte Klappe von innen.
Fig. 13. — — 6 : 1. Linke Klappe von innen.
Fig. 14, 15. *Pleurotomaria lens* Tqm. (p. 58) 6 : 1. Val Solda.
Fig. 16. *Neritopsis granum* Dum. sp. (p. 61) 6 : 1. A. Bolgia.
Fig. 17, 18. *Amberleya decorata* Mart. sp. (p. 58) 6,5 : 1. Val Solda. Exemplar mittlerer Grösse.
Fig. 19—21. *Chrysostoma solarium* Piette sp. (p. 60) 4,5 : 1. Val Solda.

Tafel V.

Fig. 1. *Omphaloptycha morencyana* Piette sp. (p. 62) 2 : 1. A. Bolgia. Grösseres Exemplar.
Fig. 2. — — 4,5 : 1. A. Bolgia. Kleineres Exemplar.
Fig. 3. *Promathildia Dunkeri* Tqm. sp. *var. Martini* (p. 66) 4,5 : 1. Val Solda.
Fig. 4. — — 4,5 : 1. Val Solda. Mit 4 Spiralkielen.
Fig. 5. — — 4,5 : 1. Val Solda. Junges Individuum mit 3 Spiralkielen.
Fig. 6. — — *var. Martini* (p. 65) 4,5 : 1. Val Solda. Junges Exemplar.
Fig. 7. — — 4,5 : 1. Val Solda. Mit 3 Spiralkielen.
Fig. 8. — — 4,5 : 1. Val Solda. Mit 2 Spiralkielen.
Fig. 9. *Promathildia Terquemi* nov. nom. (p. 68) 4,5 : 1. Val Solda. Mittlere Form.
Fig. 10. — — 4,5 : 1. Val Solda. Form mit stark gerundeten Umgängen.
Fig. 11. — — 4,5 : 1. Val Solda. Form mit kantigen Umgängen.
Fig. 12. *Promathildia fragilis* Tqm. sp. (p. 69) 4,5 : 1. Val Solda.
Fig. 13, 14. *Mesalia Zenkeni* Dkr. sp. (p. 61) 1 : 1. A. Bolgia.
Fig. 15. *Protocerithium lugdunense* Dum. (p. 71) 6,5 : 1. Val Solda. Exemplar mit gleichmässig zunehmenden Querrippen. Mundöffnung!

Fig. 16. *Protocerithium lugdunense* DUM. (p. 71) 6,5 : 1. Val Solda. Die Querrippen vermehren sich anfänglich nicht, um dann plötzlich in viel grösserer Anzahl aufzutreten, wobei sich dann auch die Spiralkiele vermehren und der Windungsquerschnitt sich stark rundet.

Fig. 17. — — 6,5 : 1. Val Solda. Form mit kantigem Querschnitt der Windungen. Die Querrippen vermehren sich nur langsam.

Fig. 18. *Promathildia Semele* d'ORB. sp. (p. 67) 4,5 : 1. Val Solda.

Fig. 19. *Protocerithium lugdunense* DUM. (p. 71). Val Solda. Mundöffnung.

Tafel VI.

Fig. 1, 2. *Protocerithium lugdunense* DUM. (p. 71). Val Solda. Zum Teil erhaltene Mundränder.

Fig. 3. *Cylindrobullina sinemuriensis* MART. sp. (p. 76) 6,4 : 1. Val Solda. Unterseite.

Fig. 4. — — 6,4 : 1. Val Solda. Rückenseite eines anderen Exemplares.

Fig. 5. *Cylindrobullina striata* PIETTE sp. (p. 77) 7,8 : 1. Val Solda. Unterseite.

Fig. 6. — — 7,8 : 1. Val Solda. Rückenseite desselben Exemplares.

Fig. 7. *Cylindrobullina Bouvignieri* TQM. sp. (p. 74) 3,4 : 1. Val Solda.

Fig. 8. *Cylindrobullina avena* TQM. sp. (p. 78) 4,5 : 1. Val Solda.

Fig. 9. *Cylindrobullina oryza* TQM. sp. (p. 79) 7,8 : 1. Val Solda. Rückenseite.

Fig. 10. — — 7,8 : 1. Unterseite desselben Exemplares.

Fig. 11. *Protocerithium costellatum* TQM. (p. 74) 4,5 : 1. Val Solda. Ausgewachsenes Individuum.

Fig. 12. *Protocerithium abscisum* TQM. und P. (p. 73) 4,5 : 1. Val Solda.

Fig. 13. *Stylophyllopsis Haimei* CH. und DEW. (p. 80) 6,4 : 1. A. Bolgia. Mittleres Exemplar, Ansicht von oben.

Fig. 14. — — 5 : 1. A. Bolgia Septendetail eines grossen Exemplares.

Fig. 15. — — 3,5 : 1. A. Bolgia. Unteransicht eines grossen Exemplares.

Fig. 16. — — 3,5 : 1. Dasselbe von der Seite.

Fig. 17. — — 3 : 1. A. Bolgia. Profilansicht eines gestielten jungen Individuums.

Die Fig. 9—12 sind leider versehentlich beim Zusammenstellen der Tafel auf den Kopf gestellt worden.

Tafel VII.

Fig. 1. *Eudictyon Steinmanni* n. g., n. f. (p. 86). A. Bolgia.
Fig. 2. *Problematicum* (p. 86) 7 : 1. Cylinder aus meist einachsigen Schwammnadeln bestehend. A. Bolgia.
Fig. 3. — 5 : 1. Dasselbe Gebilde, als hohle Röhre erhalten. A. Bolgia.

Tafel VIII.

Eudictyon Steinmanni n. g., n. f. (p. 86). Details.

Fig. 1. Stück der äusseren Wand, vergr. 3 : 1.
Fig. 2. Stück der inneren Wand, vergr. 3 : 1.
Fig. 3. Stück der äusseren Wand, stärker vergr. 15 : 1.
Fig. 4. Skelettdetail (Dünnschliff) 50 : 1.
Fig. 5. Stück der inneren Wand, stärker, vergr. 25 : 1, mit aufliegenden Dermalnadeln.

Die Abbildungen auf den acht Tafeln sind bis auf die Tab. I Fig. 15, Tab. II Fig. 9—12 und Tab. III Fig. 15 von dem Freiburger Universitätszeichner Schilling, die aufgeführten sechs von dem Zeichner Johnsen nach den Originalen unter Controle des Verfassers gezeichnet worden.

Die Originale befinden sich in den Sammlungen des geologischen Institutes der Universität Freiburg i. Br.

Sämtliche Stücke aus der Val Solda sind verkieselt und wurden durch Aetzen mit Salzsäure aus von dem Verfasser gesammeltem Materiale gewonnen, die Stücke aus dem terrain à chailles der Pfirt, ebenfalls verkieselt und ausgeätzt, befanden sich in den Institutssammlungen.

Alphabetisches Register

der **beschriebenen Arten,** Synonyma sowie *sonst erwähnten Formen*.

Actaeon fontis 78.
— gracilis 79.
— **sinemuriensis** 76.
Actaeonina **avena** 78.
— **Bouvignieri** 77.
— Dumortieri 76.
— *lauretana* 76.
— Pilleti 77.
— **sinemuriensis** 76.
— Valleti 77.
Aegoceras vide Ammonites.
Amberleya decorata 58 (IV 17—18).
— tricarinata 59.
Ammonites angulatus 16.
— — var. exeoptychus 16.
— anomalus 19.
— **calliphyllus** 21 (I 9—13).
— *circumdatus* 17.
— **Emmrichi** 19 (I 7—8).
— Guidonii 19.
— **cf. Hagenowi** 23 (I 15).
— **Johnstoni** 22 (I 14).
— laqueolus 22.
— *minusculus* 21.
— **Neumayri** 16 (I 1, 2, 5, 6).
— planorbis 19.
— psilonotus 22.
— — plicatus 22.
— raricostatus 22.
— *semicostatulus* 22.
— subangularis 16.
— **tenerus** 19 (I 3—4).
— torus 22.
Anomia sp. 48.
— *alpina* 47.
— *intustriata* 46.
— *pellucida* 47.
Arca Collenoti 49.
— sinemuriensis 49.
Astarte cingulata 53.
— complanata 51.
— *excavata* 52.
— Heberti 52.
— *integra* 52.
— irregularis 52.
Astarte subtetragona 51 (IV 11—13).
— *psilonoti* 52.
Ataphrus planilabium 60.
Avicula Alfredi 24.
— Bouvignieri 24.
— *Gr. d. Cassiana* 25.
— *contorta* 29.
— Dunkeri 24.
— falcata 24.
— pygmaea 31.
— *semisagitta* 27.
— *Tofanae* 25.
— **Valsoldae** 25 (II 4—8).
Bakewellia 30.
Callodictyonidae 84.
Cardita **Heberti** 54.
Cassianella 29.
Cardium cloacinum 54.
— **Heberti** 54 (IV 7—10).
— **Philippianum** 55.
— rhaeticum 55.
— Terquemi 54.
— truncatum 56.
Cerithium abcisum 73 (VI 12).
— acuticostatum 66.
— *acanthocolpum* 71.
— Chartroni 72.
— Collenoti 64.
— *Collenoti Tqm. u. P.* 66.
— **costellatum** 74 (VII 11).
— Falsani 67.
— gratum 71.
— Jobae 67.
— loxocolpum 72.
— **lugdunense** 71 (V 15—17, 19; VI 1—2).
— Martinianum 64.
— Ogerieni 73.
— pleurotoma 64.
— *quinquegranosum* 71.
— Semele 63, 67.
— sinemuriense 64.
— subturritella 64.
— Terquemi 67, 68.
— viticola 67.

Chemnitzia fistulosa 65.
— lessoniana 74.
— Meneghinii 61.
— notata 62.
— turbinata 62.
— **Zenkeni** 61.
Chlamys vide **Pecten.**
Chrysostoma solarium 60.
Coelostylina vide **Omphalotycha.**
Corbis? obscura 53 (III 17—20).
Craticulariidae 84.
Craticularia parallela 85.
Cucullaea *hettangensis* 50.
— psilonoti 49.
Cylindrobullina (genus) 75.
— **avena** 78 (VI 8).
— **Bouvignieri** 77 (VI 7).
— *elongata* 76.
— *fragilis* 76.
— **oryza** 79 (VI 9—10).
— **sinemuriensis** 76 (VI 3—4).
— **striata** 77 (VI 5—6).
Diademopsis buccalis 79.
— *Heeri* 80.
Dimya (genus) 46.
— *intustriata* 46.
Dimyodon **intustriatum** 46.
— Wöhrmanni 46.
Dimyopsis (Genus) 46.
— **Emmerichi** 45 (II 1—3).
— intusornata 46.
Entolium vide **Pecten.**
Encyclus vide **Amberleya**
Endictyon (genus) 84.
— Steinmanni 86 (VII 1, VIII 1—5).
Exelissa infraliasina 71.
Farrea 85.
Gervillia angustata 32.
— **aviculoides** 25, 32 (II 11—12).
— *Bouei* 28.
— *inflata* 19.
— **pygmaea** 26, 31 (II 9—10).
— *socialis* 29.
— ventricosa 31.
Gryphaea arcuata 48.
Harpax spinosus 45.
Hemicidaris **buccalis** 79.
Hoernesia 29.
Leiopteria 30.
Leptodesma (genus) 24, 30.
— vide **Avicula.**
Limea (genus) 39.
— vide **Lima.**
— *margineplicata* 41.
Lima acuticosta 44.
— *antiquata* 39.
— Blakeana 44.
— dentata 42.
— discus 38.
— dupla 42.
Lima duplicata 42.
— Eryx 41.
— (var.) **exaltata** 38.
— *excavata* 41.
— fallax 41.
— **gigantea** 38.
— (aff.) **Hausmanni** 44 (III 14—16).
— *Hermanni* 38.
— hettangensis 42.
— Koninckana 42.
— Omalusii 42.
— **pectinoides** 41, 44 (II 6—13).
— praecursor 38.
— punctata 38.
— subdupla 42.
— *succincta* 39.
— *squamosa* 41.
— tecticosta 42.
— valoniensis 38.
Littorina sylvestris 63.
Loxonema alpicolum 65.
Lucina ovula 53.
— **obscura** 53.
— *problematica* 53.
— pumila 53.
Macrodon vide **Parallelodon.**
Mantellum vide **Lima.**
— (genus) 39.
Melania turritella 64.
— **Zenkeni** 61.
— Zinkeni 61.
Mesalia vide **Turritella.**
Modiola — **Mytilus.**
Montlivaultia *Guettardi* 82.
— **Haimei** 80.
— sinemuriensis 80.
Mya parvula 49.
Mytilus productus 49.
— scalprum 49.
— Morrisi 49.
Neritopsis granum 61 (IV 16).
Nuculina liasina 51 (IV 2).
Odontoperna 28, 29.
— Bouei 28.
Omphaloptycha morencyana 62 (VI 2).
— Chartroni 62.
Orthostoma **avena** 77, 78.
— **Bouvignieri** 77.
— cylindrata 77.
— fontis 77.
— gracile 78.
— **oryza** 79.
— scalaris 76.
— **sinemuriense** 76.
— **striatum** 77.
Ostrea anomala 48.
— intustriata 45.
— **irregularis** 48.
— placunoides 45.
— **sublamellosa** 48.

Oxytoma 30.
Paracerithium vide **Cerithium.**
Parallelodon sinemuriense 49 (IV 3—6).
Pecten acuticosta 37.
— *acuticostatus* 37.
— **aequalis** 33, 37 (III 4—5).
— **dispar** 36 (III 3).
— Euthymei 38.
— Falgeri 37 (III 1).
— glaber 38.
— **Hehli** 38.
— janiriformis 38.
— lugdunensis 35.
— textorius 33, 38.
— **Thiollierei** 33 (II 13—35).
— valoniensis 35 (III 2).
Pentacrinus angulatus 79.
— psilonoti 79.
— tuberculatus 79.
Perna Bouei 28.
— *ephippium* 26.
Pholadomya corrugata 56.
— glabra 56.
Plagiostoma vide **Lima.**
Pleurotomaria *decorata* 60.
— **lens** 58 (IV 14—15).
— *Triton* 60.
Plicatula hettangensis 45 (I 20—21).
— **intustriata** 45.
— nodulosa 44.
— oxynoti 45.
— spinosa 44.
— ventricosa 44.
Procerithium vide **Cerithium.**
Promathildia (genus) 63.
— *abcisa* 74.
— **Dunkeri** 64 (V 3—8).
— — (var.) **Martini** 66 (V 3, 6).
— **fragilis** 62, 69 (V 12).
— **Semele** 63, 67 (V 18).
— terebralis 67.
— **Terquemi** 68 (V 9—11).
Protocardia vide **Cardium.**
Protocerithium vide Cerithium.
— (genus) 70.
Pseudomonotis Bolgiensis 32 (I 16 bis 20).
— *echinata* 33.
— *subechinata* 33.
— *speluncaria* 33.
— *tridentina* 33.
Psiloceras vide **Ammonites.**
Pterinaea (Genus) 29, 30.
Pterinaea retroflexa 26.
Purpurina tricarinata 58.
Radula 41.
Rhynchonella Buchii 57.
— Deffneri 57.
— **plicatissima** 57.
— portuvenerensis 57.
— triplicata 57.
— **variabilis** 57.
Rissoa frumentum 74.
Schlotheimia vide **Ammonites.**
Spondylus liasinus 45.
— obliquus 45.
Striactaeonina vide Orthostoma.
— (subgenus) 75.
Stylophyllopsis Haimei 80 (VI 13—17).
Stylophyllum 82.
Terebratula vide **Rhynchonella.**
Tornatella Bouvignieri 76.
— fragilis 77.
Tornatellaea vide Actaeon.
Trochus *anaglypticus* 60.
— *Doris* 61.
— **granum** 61.
Tubifer striatus 77.
Turbo atavus 68.
— costellatus 74.
— cristatus 58.
— **decoratus** (Martin) 58.
— *decoratus* (Laube) 60.
— Ferryi 69.
— **fragilis** 69.
— *Hoffmanni* 71.
— Nysti 68.
— **solarium** 60.
— subcrenatus 58.
— triplicatus 58.
Turritella bicarinata 67.
— *Bolina* 65.
— circinnula 64, 67.
— Deshayesea 61.
— **Dunkeri** 64, 67.
— *Gümbeli* 64.
— Humberti 64.
— lunensis 68.
— Melania 67.
— somervilliana 68.
— *Stoppanii* 67.
— turbinata 61.
— unicarnitata 64.
— **Zenkeni** 61 (VI 13, 14).
Venus pumila 53.
Vulsella internostriata 46.
Worthenia Triton 60.

Geologische Untersuchungen im Plessurgebirge um Arosa.

Von

Henry Hoek.

Mit 1 Karte, 1 Panorama, 4 Profiltafeln und 20 Figuren im Text.

Vorwort.

Wer an einem klaren Tage den Gipfel des *Hochwang* (2535), der höchsten Erhebung des kleinen Gebirgsastes inmitten von *Landquartthal*, *Fondeipass* und *Plessurthal*, besteigt, dem muss der ganz eigentümliche Charakter der Aussicht von diesem Berge auffallen. Der Beschauer steht auf dem höchsten Punkte inmitten einer centralen Depression, die von einem grossen halbkreisförmigen Gebirgsbogen im Norden, Osten und Süden umschlossen wird. Dieser Bogen beginnt im Nordwesten mit dem *Falknis* und seinen Vorbergen, zieht sich über *Scesaplana*, *Drusenfluh* und die anderen stolzen Fluhen des *Rhätikons* nach *Klosters*, biegt dort allmählich nach Südosten und Süden um und endet schliesslich mit den Bergen des centralen *Plessurgebirges*.

Während der Wanderer zu seinen Füssen überall die einer Schieferformation eigentümlichen, berasten, zumeist sanften Bergformen schaut, stellt jener grosse Gebirgsbogen ihm fast überall steile, imposante Mauern entgegen, die seltsam mit der näheren Umgebung contrastieren.

Selbst ein geologisch nicht geschultes Auge wird unschwer erkennen, dass ein Gegensatz auch im Bau bestehen muss zwischen diesen landschaftlich so eindrucksvoll unterschiedenen Bergen.

Der Geologe, der vertraut ist mit den modernen Theorien alpinen Gebirgsbaues, wird unwillkürlich den vorläufigen Eindruck

gewinnen, als hätte hier von allen Seiten ein Uebergreifen anders gearteter Berge stattgefunden über ein Schieferland, dessen Centrum ungefähr sein Standpunkt ist.

Für den nördlichen Teil der geschauten Berge des steilgerandeten Bergbogens, für die Strecke vom *Falknis* bis zur *Sulzfluh*, hat Dr. LORENZ[1] den Beweis erbracht, dass hier thatsächlich grossartige Ueberschiebungen stattgefunden haben, deren sichtbarste Folgeerscheinung die prallen südwest- oder süd-schauenden Steilwände der *Rhätikon*berge sind. Für den mittleren Teil des Bogens, für die Strecke *Scheienfluh-Strelapass* liegen die zu einem analogen Resultate führenden Arbeiten von TARNUZZER und ROTHPLETZ vor; der südliche Teil, das eigentliche *Plessurgebirge* war für mich Sommer 1903 während dreier, in unerhörter Weise vom Wetterglück begünstigter Monate der Gegenstand einer Specialaufnahme, deren hauptsächlichste Resultate in den folgenden Blättern niedergelegt sind.

Es ist zwar — auch in neuester Zeit — schon manches über das *Plessurgebirge* gearbeitet und geschrieben worden. Auf Kartenblättern grossen Massstabes geologisch kartiert wurde bislang noch nicht. Jeder, der die Complicationen in diesem Gebiet einmal vielleicht auch nur geahnt hat, wird unbedenklich zugeben, dass ohne geologische Specialaufnahme hier wohl nur ein Genie Klarheit schaffen könne. So mag man also in dem Umstande des bisherigen Fehlens einer geologischen Karte eine gewisse Rechtfertigung, wenn man so will, meines Unterfangens erblicken.

Auch öffentlichen Dank schulde ich meinem hochgeschätzten Lehrer Herrn Prof. Dr. G. STEINMANN dafür, dass er mich auf dieses so hochinteressante Gebiet aufmerksam gemacht, sowie für seine stets mir im reichsten Masse zu teil gewordene Anregung und Anleitung bei Fertigstellung dieser Arbeit.

Geographisches und Historisches.

Das *Plessurgebirge* im weiteren Sinne des Wortes umfasst alles, was von *Albulathal*, *Landquartthal* und *Rheinthal* eingeschlossen ist. Dies ist der geographische Gebrauch des Namens. Spricht der Geologe vom *Plessurgebirge*, so versteht er darunter das, was Geograph und Tourist als „*centrales Plessurgebirge*“ bezeichnen, d. h. jenes Gebirgsdreieck, das begrenzt ist von den Thälern:

[1] TH. LORENZ 1901: Geologische Studien im Grenzgebiet zwischen helvetischer und ostalpiner Facies. II. Der südliche Rhätikon.

Rabiosa-Heidbach, *Albula-Landwasser* und *Plessurunterlauf-Sapünerbach*. Es liegt eine Berechtigung in der Einschränkung des Begriffs. Denn das zuletzt umgrenzte Stück Bergwelt steht in mehrfachem, schroffem Gegensatz zu den äusseren Partien des ganzen *Plessurgebirges*, sowohl durch den Contrast der Bergformen, durch den Unterschied zwischen steilen Hochgebirgsformen und runden Schieferbergen, als auch durch seine ungemeine Complication der Tektonik und seiner Bauelemente im Vergleich mit dem einförmigen Vorlande. Darum fasst der Geologe den Begriff enger, wie wir ihn oben skizziert haben. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich wiederum nur mit einem Teil dieser vielgegipfelten Berggruppe, nur mit dem eigentlichen Quell- und Ursprungsgebiet der *Plessur*, mit dem südwestlich ansteigenden Hochthale, in dem *Arosa* gelegen ist, sowie mit seinen Verzweigungen und umgebenden Höhen und Bergen.

Wenn wir uns zunächst rein orographisch über dieses Stückchen Alpenwelt orientieren wollen, so wird es am besten von hoher Bergeswarte geschehen, vielleicht von dem ungefähren Centrum dieser Gegend, von dem Gipfel des *Arosaer Weisshornes* (2657); es ist leicht auf gutem Pfade erreichbar und auch dem Touristen ohne wissenschaftliche Intuition bietet dieser Berg eine vielgerühmte Aussicht. Uns interessiert hier natürlich nur die nähere Umgebung, nicht die Pracht der Ferne.

Nach Osten und Südosten blickend schauen wir im grossen und ganzen ein ziemlich einheitliches Bild. Zunächst zu unseren Füssen ein hügeliges Hochplateau mit unruhigen Conturen, auf dem die Häuser *Arosas* und *Maräns* gelegen sind, dann kommt die ziemlich tiefe Thalfurche des *Plessurflusses* und jenseits dieses Einschnittes erhebt sich eine Doppelkette stattlicher braungelber Berge, die uns alle steile, senkrecht erscheinende, wilde Dolomitwände zukehren. Es sind von Nord nach Süd aufgezählt die Berge: *Küpfenfluh*, *Mädrigerfluh*, *Thiejerfluh*, *Furkahorn*, *Amseltluh*, *Schiesshorn*, *Leidfluh*, *Strehl*, *Valbellahorn*.

Wenden wir uns etwas weiter südlich: Das Bild wird unklarer. Der Vordergrund bleibt ein unregelmässiges Hochplateau, aber vor der oben genannten Doppelkette taucht, etwa bei *Arosa* beginnend, ein neuer Gebirgskamm auf, den ersten verdeckend. Es sind zunächst von Nord nach Süd gehend wieder steile, wilde Wände: *Schafrücken*, *P. 2545*, *Aelplisechorn*, *P. 2831*, *Erzhorn*; an letzteres grenzt dann ein milder contourierter Berg, das *Arosaer Rothorn* (2986), der Culminationspunkt der ganzen Gruppe.

Schauen wir jetzt gen Südwesten. Ein ziemlich spitziger und zerrissener Grat, aus den *Plattenhörnern* bestehend, verbindet unseren Standpunkt mit den steilen, ost-west verlaufenden Wänden des *Tschirpen* und *Parpaner Weisshornes*, die uns die Nachbarn des *Arosaer Rothornes* zudecken.

Nach Westen, Nordwesten und Norden trägt die Aussicht einen ganz anderen Charakter. In schauerlichen Abstürzen bricht unser Berg, sowie der ganze Grat, dessen höchste Erhebung er ist (*Plattenhörner*, *Weisshorn*, *Brüggerhorn*), gegen das *Urdenthal* ab. Weiter draussen treten uns aber Formen entgegen, die fast an Mittelgebirge mahnen, und bis zu den *Glarner-Alpen* und dem *Rhätikon* übersehen wir ein relativ einförmiges gerundetes Bergland mit grünenden Hängen.

Soviel über die Berge. Zwischen *Tschirpen* und *Erzhornkette* entspringt die *Plessur*, um dann als stattlicher Fluss bei *Langwies* aus ihrer Südnordrichtung in eine ostwestliche umzubiegen, zwischen *Erzhornkette* und der „*Strela-Amselfluh-Doppelkette*“ senkt sich der tiefe wilde *Welschtobel* ein, und durch die nordsüdliche Thalfurche des *Urdenbaches* fliesst ein kleiner Bach, der sich unterhalb *Tschiertschen* mit der *Plessur* vereinigt.

Die erste geologische und eigentlich auch einigermassen genaue geographische Kunde des *Plessurgebirges* verdanken wir STUDER. Er kennt bereits die hauptsächlichsten Gesteine dieses Gebirges, nennt: Granit, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer, Sandstein, Porphyr, Kalkstein, Dolomit, Diorit, Serpentin und „Bündtner Schiefer“. Schon in dieser Arbeit wird hingewiesen auf die Analogie zwischen dem Verrucano-Sandstein und dem deutschen Rotliegenden, schon STUDER ahnt die ungeheure Complication der Tektonik, schon er kennt die Ueberschiebung des *Rothornmassives* über den Dolomit des *Parpaner Weisshornes* — ohne natürlich das Wort „Ueberschiebung“ zu gebrauchen! — und auch ihm schon sind die Bündtner Schiefer ein sehr problematisches Gestein, dem er nur zögernd ein alt-cretacisches Alter zuschreibt.

„Wir müssen die organischen Ueberreste dieser Formation der unteren Kreide zuzählen, so sehr wir uns auch sträuben mögen.“ Die beigegebene kleine geologische Uebersichtskarte ist im Gesamtverlauf der Linien, besonders im östlichen Teil auch heute noch richtig. Besonders auffallend erscheint es mir, dass dieses für uns so wichtige Grenzgebiet schon von STUDER als geologisch besonders

interessant erkannt wurde. Spricht er doch von „dem hohen geologischen Interesse“ dieser Gegend und seiner „höchst auffallenden Beschaffenheit.“

Von grösserer — und auch jetzt noch grosser! — Bedeutung wurden dann Theobalds Arbeiten in diesem Teile der Alpen. Wer jetzt — fast 40 Jahre später und nach dem Verlauf der Decennien, die fast die ganze Entwicklung der modernen Alpengeologie brachten — mit den Werken dieses Forschers in der Hand in den Bau des *Plessurgebirges* einzudringen versucht, der muss für diesen Mann die grösste Hochachtung gewinnen und staunt, wie klar seine Beobachtungen wiedergegeben sind.

Fast alle Glieder der Schichtfolge sind schon richtig erkannt. Viele tektonische Details können natürlich nicht bestehen bleiben; der Versuch, den ganzen complicierten Bau dieser Gegenden in das Faltenschema hineinzupressen, versagt; seine Karten, bei der Grösse des Gebietes begreiflich, sind oft schematisiert. — Das sind aber alles Dinge, die ja beinahe selbstverständlich klingen, die uns aber in der Wertschätzung seiner Arbeit nicht beeinflussen dürfen und können.

Es verging eine lange Zeit, während der in diesem Gebiet so gut wie nichts Neues gefördert wurde. Einen grossen Schritt weiter in der Erkennung der Complication und auf dem Wege ihrer Lösung kommen wir dann durch die Arbeiten Steinmanns. Leider stand ihm die Zeit zu eingehendem genauen Kartieren nicht zu Gebote; aber schon nach kurzer Begehung der Umgebung *Arosas* erkannte er die Analogie mit dem *Rhätikon*, zog eine Grenze zwischen Grund- und Schubgebirge, wies hin auf die ungeheure Complication des Gebietes zwischen der Zone relativ normaler Faltung und dem vorliegenden Schieferland, und prägte für diesen Streifen das bezeichnende Wort *„Aufbruchzone“*. Genauer auf den weiteren Inhalt dieser Arbeiten einzugehen, deren Hauptziel eigentlich die Feststellung des Alters der heissumstrittenen Bündtner Schiefer ist, kann hier nicht der Ort sein, da wir es ja nur mit dem *Plessurgebirge*, resp. mit einem Teil dieser Berggruppe, zu thun haben. Hinweisen muss ich aber doch darauf, dass Steinmann zuerst die Cenomanbreccie vom *Arosaer Hochplateau* und den Globigerinenhorizont im *Urdenthale* beschrieb. Näheres darüber ist im stratigraphischen Teil dieser Arbeit zu finden.

Auch beschrieb er einen prachtvollen Aufschluss im *Urdenthal*, an dem das Eindringen des Serpentin in alle Sedimentschichten

bis zum Malm einschliesslich beobachtbar ist, und giebt ferner eine genaue Kenntnis der eigentümlichen Contacterscheinungen.

Eine Arbeit von A. BODMER-BEDER in Zürich, die im Jahre 1898 erschien, vermittelt uns die genaue petrographische Kenntnis der jung-eruptiven Gesteine des *Plessurgebirges*, die hauptsächlich als Olivindiabase erkannt werden.

Im Jahre 1899 erschien dann eine ziemlich umfangreiche Arbeit von A. V. JENNINGS über „The Geology of the *Davos District*". Der westliche Teil seines Arbeitsgebietes deckt sich mit der Ostgrenze des meinigen. JENNINGS hat den normalen Faltenbau bis zur *Strela-Amselfluhkette* einschliesslich nachgewiesen. Weiter westlich, ausserhalb seines eigentlichen Arbeitsgebietes, ist er naturgemäss sehr kurz und schematisiert, ähnlich wie THEOBALD, in einer stark an des letztgenannten Ergebnissen sich anlehnenden Weise. In der Arbeit JENNINGS' finden wir auch den Hinweis auf ein neues stratigraphisches Element, bis dahin unbekannt, die kristalline Breccie, auf die weiter unten näher einzugehen ist.

Das Jahr 1900 brachte schliesslich den ersten Teil der „Alpenforschungen" von A. ROTHPLETZ. Dem *Plessurgebirge* ist ein grosser Raum in dieser Arbeit gewidmet. Zu bedauern ist es, dass ROTHPLETZ nach seiner Aussage nicht die Zeit zum Kartieren zu Gebote stand. Daher ist unser Gebiet leider nur durch eine ganze Reihe von Profilen erläutert.

Sowohl die letzte normale Falte, wie die Aufbruchzone, als auch das keilförmige Gebirgsstück *Parpaner Weisshorn-Tschirpen*, alle sind sie mehrfach von den Schnittlinien getroffen.

Die genaue kartographische Aufnahme dieser Gegend hat nun ergeben, dass diese Profile nicht immer der Wirklichkeit entsprechen.

Wie weit Differenzen vorliegen, wird man aus einem Vergleich zwischen den in dieser Arbeit gegebenen Profilen — die nur das Geschaute wiedergeben und zum grossen Teil auf Constructionslinien verzichten — mit denen von ROTHPLETZ unschwer ersehen.

Fassen wir die Ergebnisse der bisherigen geologischen Forschungen im *Plessurgebirge* kurz zusammen, so kommen wir zu folgendem Resumé:

Die Linie *Brüggerhorn, Weisshorn, Hörnli, Parpaner Weisshorn* bezeichnet eine grosse Ueberschiebung eines ostalpinen Gebirges über ein basales, hauptsächlich aus Flysch bestehendes

Vorland. Die Schubrichtung war im grossen und ganzen Südost gegen Nordwest. Die genaue Grenze wird verschieden gelegt.

Die westlichen Massen des Schubgebirges sind mehr oder minder stark gestört, von Eruptivmassen stark durchsetzt. In dieser Masse selbst herrschen facielle Unterschiede. Ihre genaue Grenze nach Osten gegen die Region relativ normalen Faltenbaues wird von den einzelnen Forschern recht verschieden gelegt. Zum Teil herrscht die Ansicht eines Zusammenhanges der geschobenen Masse mit wurzelndem ostalpinen Gebirge, zum Teil wird ihr Ursprung weit weg verlegt und die Masse selbst als erratische Insel betrachtet.

Bevor ich mich zur Stratigraphie des *Plessurgebirges* wende, mögen zuerst einige — fast hätte ich gesagt „termini technici" — erläutert werden, die viele Umschreibungen ersparen und die im tektonischen Teil ihre Rechtfertigung finden werden.

In dem untersuchten Gebiete sind vier Regionen scharf auseinander zu halten.

1. **Das östliche Gebiet normalen Faltenbaues.** Grenze nach Westen verläuft in der Steilwand der *Mädrigerfluh*, *Thierjerfluh*, *Furkahorn*, *Schafrücken*, weiter über *Aelplisee* zur *Arosaer Furka*. Es umfasst die beiden — orographischen — Ketten: *Strela-Amselfluh-Guggernell* und *Schafrücken-Erzhorn-Rothorn*.

2. **Die Aufbruchzone.** Westlich dem erstgenannten Gebiet vorgelagert. Reicht nach Westen bis zu den Steilwänden des *Brüggerhornes*, *Weisshornes*, *Plattenhornes* einschliesslich.

3. Das **keilförmige Gebirgsstück des Parpaner Weisshornes und Tschirpen.** In mancher Beziehung zur Aufbruchzone gehörig, aber durch verschiedene wesentliche Merkmale doch davon unterschieden.

4. Das nach Westen und Nordwesten sich ausdehnende **Schiefergebirge und Vorland.**

Ein Blick auf die beigegebene Uebersichtskarte wird die Grenzen der einzelnen Regionen besser klar machen, als viele Worte dies vermögen.

Stratigraphischer Teil.

Das Grundgebirge.

Es tritt in der Form der verschiedensten sogenannten kristallinen Gesteine vielfach im *Plessurgebirge* zu Tage.

Wir haben zwei grössere zusammenhängende Complexe zu unterscheiden:

1. Das Massiv *Rothorn, Aelplihorn, Parpaner Rothorn, P. 2900.* Ein typisches, kleines Centralmassiv.

2. Eine grosse zusammenhängende Masse nordwestlich der *Mädrigerfluh.* Unterhalb der steilen Dolomitfelsen etwa von 2400 bis 1920 herabreichend, nördlich bis „*Wangegg*", südlich bis „*Thiejer Haupt*" sich erstreckend. Begrenzung westlich Serpentin in grossen Mengen. Die Fortsetzung dieser kristallinen Massen vielleicht oberhalb der *Furkaalp* und des *Grünseelis?*

Dann treffen wir beinahe zahllose kleinere Vorkommnisse in der Aufbruchzone: bei *Arosa,* bei der *Alp Pretsch* etc. etc., herabgehend bis zur Grösse von Schollen, die kaum einige Quadratmeter messen *(Brüggerhorn).*

Folgende Gesteine sind im Grundgebirge gut unterscheidbar:

Granitit: Ein schönes, frisches, rötliches Gestein, immer sehr feinkörnig. Die Grösse der einzelnen Kristallindividuen 4—5 mm im Durchschnitt nicht überschreitend. Das schönste Vorkommen an der Nordostseite des *Aelplihornes.*

Augengneiss: Ein porphyrisch ausgebildeter Granit, mit grossen parallelgeordneten Einsprenglingen von gerundeten Feldspäthen. In schönster Ausbildung auch wieder am *Aelplihorn,* und dann unterhalb des *Sanatoriums Arosa,* an der Strasse, die von *Aussern*nach *Inner-Arosa* führt.

Hornblendeschiefer: — früherer Diorit? — Manchmal grobkörnige Aggregate von Hornblendekristallen bis zu mehreren mm Länge; ein schwarzgrünes, stark glänzendes Gestein. — Manchmal sehr feine Aggregate kurzer Kristallnadeln zu einem dichten fast schwarzen Gestein verwachsen. Die Schieferung der gröberen Abänderung undeutlicher, die der feineren sehr ausgesprochen. Das Gestein ist häufig durchsetzt von vertikalen Klüften, wodurch es dann in einzelne oft regelmässige Blöcke zerfällt. Wieder ist es das *Aelplihorn,* das uns die besten Aufschlüsse liefert, dann die basalen Teile des *Arosaer Rothornes.*

Glimmerschiefer: Ein graulich, graugrünlich, braun, braungrün bis grünliches Gestein; in der Regel stark glänzend und leicht angreifbar von der Verwitterung. Zusammenhängende Lagen sericitischen Materials wechseln mit mehr oder weniger zusammenhängenden Quarzlagen in dünnen Blättern. Oft parallel der Schieferung angeordnete Quarzknoten. Vorkommen: In grösseren Mengen am *Arosaer Rothorn, Parpaner Rothorn, P. 2900.* Dann fast überall in der Aufbruchzone in bald grösseren bald kleineren Partien.

Der Glimmerschiefer zeigt eigentlich alle Uebergänge zu dem Gestein, das man als Gneiss bezeichnen muss. Ein kristalliner Schiefer, der bekannten wechselnden Zusammensetzung, der im *Plessurgebirge* eine weite Verbreitung besitzt. Gewöhnlich ein ziemlich gleichartiges Gemenge von Quarz, Feldspath und Glimmer. Auf den einzelnen Lagen reiche Glimmerausscheidungen. Die Schichten sind mässig dick, stets stark gepresst und gefaltet.

Als Stellen typischen Vorkommens erwähne ich hier nur die Region unterhalb des *Arosaer Untersees* sowie die Berghänge westlich der *Mädrigerfluh*.

Zum Grundgebirge gehört ferner wahrscheinlich auch der sogenannte Casannaschiefer, ein wohl paläozoischer, stark gepresster Schiefer von altem Charakter.

„Es ist schwer, eine zutreffende Beschreibung dieses Gesteines zu geben, die für grössere Entfernungen Gültigkeit hätte. Manchmal trifft man gefaltete Gesteine, die so cristallin sind, dass man sie als feinkörnige Gneisse ansprechen möchte, manchmal sind es dünne, schwarze, schalige Schiefer von altem Habitus. Das vorherrschende Gestein ist ein Glimmerschiefer mit deutlich graphitischen Lagen und oft grossen Mengen gelben Eisenoxydhydrates.“ [1]

Ich füge hinzu: Diese Schiefer sind immer absolut kalkfrei, im Gegensatz zu den ihnen sehr ähnlichen liassischen Gesteinen.

Jennings fährt fort: „Wenn es auch oft schwer ist, eine genaue Definition dieses variablen Gesteines zu geben, wenn auch ihre Grenze gegen das ältere Kristalline schwer zu ziehen ist, so bilden sie doch einen bestimmten Horizont mit bestimmten charakteristischen Merkmalen und nehmen immer ihren Platz ein zwischen Verrucano und dem älteren Kristallinen.“

Das Auftreten des „Casannaschiefers“ im *Plessurgebirge* ist übrigens recht beschränkt. Einer der besten und grössten Aufschlüsse ist der Berganschnitt, der in *Arosa* geschaffen wurde zum Bau des *Hôtel des Alpes*. Westlich der *Mädrigerfluh*, wo Jennings einen Zug dieses Gesteines einzeichnet, konnte ich dasselbe nie auffinden.

Aus der Tektonik des Gebietes lässt sich über das genauere Alter der kristallinen Gesteinsmassen wenig sagen. Nur soviel scheint sicher zu sein, dass diese Gesteine alle älter sind als das erste sicher dem Alter nach bestimmbare Sediment, der Verrucano.

[1] Jennings, The geology of the *Davos* district.

Zum Grundgebirge gehört vielleicht auch noch die „kristalline Breccie", ein ganz eigenartiges sehr auffälliges Gestein, auf welches zuerst JENNINGS aufmerksam gemacht hat. Sein Auftreten im *Plessurgebirge* ist sehr beschränkt. Anstehend kenne ich es nur von einer einzigen Stelle. Nördlich des Berges *Tschirpen*, schon in der Aufbruchzone, in einer Höhe von 2420—2450 m bedeckt es ein kleines Areal von etwa 200 m Länge und 160 m Breite ungefähr gerade an der Stelle des Wortes „*Wäng*" nördlich von *P. 2305* auf der Siegfriedkarte. Seine Verbreitung kann auch sonst nicht gerade gross sein. Nur ein vereinzeltes Geröllstück im *Plessurbett* und zwei lose Blöcke gerade oberhalb der Kirche von *Inner-Arosa* sind mir zu Gesicht gekommen. Beschreibung: Die Componenten dieses Gesteines sind: Heller, weisser Glimmerschiefer, feinkörniger, normaler Granitit, wenig Aplit, Gneiss, dann aber auch Hornblendeschiefer in ziemlich bedeutender Menge. Dadurch ist das Gestein etwas unterschieden von dem, welches JENNINGS von Laret beschreibt. — Ein Cement scheint zu fehlen. Brocken von Kopf- bis Sandkorngrösse sind wild durcheinander gemengt und zusammengepresst, geschweisst möchte man fast sagen.

Bei erster Betrachtung fühlt man sich unwillkürlich an eine Dislocationsbreccie erinnert. An den einzelnen Gemengteilen sind zahlreiche Harnische erkennbar, und an diesen entlang zerspringt die sonst sehr zähe Breccie gern beim Anschlagen. Das beschränkte Vorkommen lässt leider keinen Schluss auf das Alter zu; südlich stösst die Masse an Radiolarit[1], westlich stösst sie an kristallinen Glimmerschiefer oder geht in ihn über. Nach Norden und Osten ist der Contact verborgen. Vielleicht ist diese Breccie wohl auch Verrucano. Dies erscheint besonders deshalb nicht ganz unmöglich, weil mir aus dem *Val Trupchum (Ober-Engadin)* Stücke Verrucano zu Gesicht gekommen sind, die grosse Brocken Gneiss enthalten und eine wichtige Mittelstellung in petrographischer Hinsicht einnehmen zwischen normalem Verrucano und der kristallinen Breccie.

Jüngere Sedimentär-Formationen.

Als ältestes, sicher seinem Alter nach bestimmbares Gestein tritt uns im *Plessurgebirge* der **Verrucano** entgegen. Immer sehen wir ihn als Sandstein, der dem deutschen Rotliegenden zum Verwechseln ähnlich sieht, trüb rot oder grün, mit grossen Zwischenschal-

[1] „Radiolarit." Diese von STEINMANN eingeführte Abkürzung für „Radiolarienhornstein" ist im folgenden durchgehend gebraucht worden.

tungen von Quarzporphyrmassen. Wo wir den Verrucano in normaler Lagerung treffen, ist sein Liegendes stets Gneiss oder Granit, sein Hangendes sind typische Triasgesteine. Wo im *Plessurgebirge* der Verrucano auftritt, fehlt der Buntsandstein und umgekehrt. Aus obigen Gründen wird wohl kein Zweifel über seine Zugehörigkeit zum Perm bestehen bleiben können.

Er ist ausschliesslich beschränkt auf das relativ normale Faltungsgebiet, auf die *Strela-Amselfluhkette* und bildet hier den Kern einer grossen, aufgebrochenen Antiklinale. Sehr schöne, instruktive Profile von Verrucano bis in die mittlere Trias reichend, sieht man an der *Amselfluh* und am *Valbellahorn*. Ebenso schön — nur natürlich in umgekehrter Reihenfolge — an den westlichen Gipfeln dieser liegende Falte *(Thiejerfluh, Furkahorn* etc. etc.) (Taf. XII, No. IX). Stellenweise reicht der Verrucanosandstein bis auf die Spitzen dieser Gipfel, wie z. B. am *Schiesshorn*. Jedenfalls ist es höchst beachtenswert, dass sein Vorkommen streng beschränkt ist auf die relativ normale Zone und dass nordwestlich der letzten grossen, zusammenhängenden Falte, im eigentlichen Aufbruchsgebiete, nirgends mehr dieses Gestein zu treffen ist. Was wir hier als ältestes Sediment auf dem kristallinen Grundgebirge treffen, ist durchweg Hauptdolomit, abgesehen von ganz sporadischen Vorkommen von Buntsandstein, der sich durch seine stark grobkörnige und conglomeratische Beschaffenheit als Küstenbildung zu erkennen giebt. Das scheint darauf hinzudeuten, dass die östliche Grenze der Aufbruchzone zusammenfällt mit einer alten Küstenlinie und dass erst das Triasmeer diese Gegenden transgredierend nach Westen überflutete.

Gesteine des Verrucano:

1. Ein fein- bis grobkörniger, weisser bis trübroter Sandstein, wie schon gesagt von dem Habitus des Rotliegenden. Das Gestein fast ausschliesslich bestehend aus Porphyrbruchstücken und Porphyrtuffragmenten. So in der Depression des *Alteiner Tiefenberges* und auf der ganzen langen etwas vertieften Linie zwischen der östlichen und westlichen Bergreihe der *Strela-Amselfluhkette* (Taf. XII No. VIII).

2. Darüber folgt, in wechselnder Mächtigkeit, aber 10—15 m wohl nie überschreitend, ein auffallender, roter Schiefer. Da er die obere Abteilung des Verrucano bildet, so giebt er sich auch schon dadurch als gleichstehend zu erkennen dem ganz gleichen roten Thonschiefer des Rotliegenden. Dieses trüb dunkelschwarzrote Gestein ist auf den ersten Blick verwechselbar mit dem (im west-

lichen Aufbruchsgebiet weit verbreiteten) roten Radiolarit des Malm, unterscheidet sich von ihm aber doch wesentlich einmal durch seine vollständige Fossilfreiheit, dann durch seine leichtere Verwitterbarkeit und bei weitem geringere Härte und schliesslich durch seine viel ausgesprochenere blätterige Schieferung.

Einen sehr guten Aufschluss passiert man zwischen *Thiejerfluh* und *Mädrigerfluh* auf dem Wege zum *Strelapass* emporsteigend in der Einsenkung östlich des letztgenannten Berges. Einige wenige kleine Vorkommnisse liegen zerstreut in der ganzen oben skizzierten Verrucanozone, stets zwischen Porphyrsandstein und Rauhwacke. Speziell erwähnenswert erscheint mir noch der Nordostgrat des *Schiesshornes* etwa 3 Minuten unterhalb des Gipfels, weil hier von anderer Seite Kössner Schichten angegeben werden (Taf. XII No. VIII).

3. Eingeschaltet in den Verrucanosandstein finden wir oft mächtige Massen von Quarzporphyr und seinen Tuffen. „Es ist Feldsteinporphyr, an ähnliche Erscheinungen im deutschen Rotliegenden erinnernd. Es erheben sich die Porphyrspitzen am *Kummerhubel* bis 2599 m. Die in eine amorphe, grünlichgraue oder rötliche Grundmasse eingebetteten grünlichen oder rötlichen Feldspathkristalle erheben sich selten zu vollkommener Regelmässigkeit und erscheinen nicht so gross als in dem analogen deutschen Porphyr, doch ist das Gestein nicht wohl zu verkennen.“ [1]

Mächtige, gewöhnlich gerundete Berge bildet dieser Porphyr, so den *Schafsgrind*, *Kummerhubel*, *Sandhubel* u. s. w., u. s. w., fast immer durch seine grusartigen Verwitterungsproducte den Bergen ein charakteristisches Aussehen verleihend.

Triasgesteine.

Buntsandstein: er fehlt in der ganzen Zone normaler Faltung, soweit die Trias im übrigen fast vollständig ausgebildet auftritt.

Erst im eigentlichen Aufbruchsgebiet, wo, wie uns wahrscheinlich dünkt, der Hauptdolomit normalerweise als erstes mesozoïsches Sediment auf dem kristallinen Untergrunde liegt, schiebt sich der Buntsandstein an wenigen Stellen zwischen Dolomit und Grundgebirge ein.

Es ist ein fast unverkennbares Gestein. Ein feines Conglomerat nur aus Quarzkörnern zusammengesetzt. Die Grösse der einzelnen

[1] THEOBALD, Geolog. Beiträge zur Karte der *Schweiz* 2, 1864.

Körner schwankt etwas, ebenso die Farbe. Gelblich, rötlich bis rot, erinnert er sehr an *badische* Vorkommnisse. Fast immer enthalten die Sandsteine grosse Milchquarzgerölle, bis zur Nussgrösse und gelegentlich auch darüber, seltener sind dunkle Quarzite, fehlen aber nie ganz.

Soweit das Gestein grobkörnig ist und Gerölle enthält, wird es stets sofort als Buntsandstein erkennbar sein. Anders die feinkörnigen und geröllfreien Abarten. Wie alle Gesteine des *Plessurgebirges* in der Aufbruchzone einer starken Pressung ausgesetzt, resultiert aus ihnen eine Masse, die nur durch ihren continuierlichen Zusammenhang mit typischem Sandstein als solcher erkennbar ist, und die sonst nur als weisser Quarzit zu bezeichnen wäre, unbestimmbaren Alters.

Vorkommen: Auf dem Grate, der vom *Arosaer Weisshorn* direct südöstlich zur *„Hinteren Hütte"* herabzieht, ist dieses Gestein zweimal sehr gut aufgeschlossen (Taf. XI No. V). Zahlreiche Trümmer, namentlich der Varietät mit den nussgrossen Quarzgeröllen, in der muldenförmigen Vertiefung zwischen genanntem Grat und dem *Brüggerhorn* machten mich zuerst auf dieses Gestein aufmerksam. Ausser am *Weisshorn* kenne ich es nur noch aus einer Gegend — aus dem *Schafwalde* zwischen *Maran* und *Lützenrüti*, wo es an mehreren Punkten zu Tage tritt, da die Neigung des Gehänges denselben Winkel hat wie das Fallen der Schichten. Weitverbreitet sind ferner Gerölle, wahrscheinlich vom *Weisshorn* stammend, in dem Moränenmaterial, das von der *Alp Obersäss* bis *Arosa* alles überkleidet und stets von dem grossen Alpweg zur genannten Alp geschnitten wird.

Im *Schafwalde* liegt der Buntsandstein dem kristallinen Untergrunde auf. Sein Hangendes bildet Dolomit von ziemlicher Mächtigkeit. Damit harmoniert das eine Auftreten am *Weisshorn*, wo wir in verkehrter Lagerung unter einer Scholle kristallinen Gneisses den Buntsandstein auf Dolomit liegen sehen. Weiter oben liegt er zwischen zwei Dolomitschichten.

Da in der Aufbruchzone der immer fossilfreie Dolomit fast überall dem kristallinen Untergrunde aufliegt, so dass ein Zweifel über sein Alter entstehen konnte, ist es sehr angenehm, in den zwei zuerst geschilderten Vorkommen ein sicheres Kriterium für das triadische Alter dieser strittigen Dolomite zu besitzen.

Die **Untere Rauhwacke** tritt auf als doppelte, wohl ausgebildete Zone in der ganzen *Strela-Amselfluhfalte*, sowohl über (Ostseite) wie unter (Westseite) dem Verrucano (Taf. XII No. VIII).

Das Westband verschwindet etwa am See *Murtens* (südlich der *Leidfluh),* wo die Falte unklar wird und allmählich in eine Ueberschiebung übergeht. Das östliche Band ist bis zum *Guggernell* verfolgbar und wird nur einmal durch die gewaltige Porphyrmasse des *Sandhubels* unterbrochen.

Als besonders schöne Aufschlüsse sind zu nennen: *Mädrigerfluh,* beim Abstieg in den Tobel zwischen diesem Berg und der *Thiejerfluh;* ferner die Einsattlung zwischen *Thiejerfluh* und *Kummerhubel,* sowie Spitze und Nordgrat des *Schiesshornes.*

Auf dieser ganzen Zone schwankt die Mächtigkeit der Rauhwacke sehr, zwischen 2 und 40 m. Bald ist sie gelblich mit vielen dolomitischen Lagen und etwas brecciös, bald ein typisches, grosszelliges, schwammiges Gestein. Dies scheint die unterste Lage zu sein. Denn wo wir dieses Merkmal am besten ausgebildet finden, enthält die Rauhwacke immer Fetzen roten Thones aus dem Verrucano, dem sie aufliegt, und Bruchstücke des porphyrischen Sandsteines.

Durch diese Einschlüsse von Thon und Sandstein ist sie auch sehr gut unterscheidbar von der — übrigens in ihrem Auftreten sehr beschränkten — oberen Rauhwacke, die niemals derartige dem Verrucano entstammende fremde Gemengteile erkennen lässt.

Die untere Rauhwacke ist, soweit meine Beobachtungen mich gelehrt, nur der normalen Faltungszone eigentümlich. Sie fehlt westlich und nordwestlich derselben im Aufbruchsgebiete vollständig.

Untere Kalkgruppe (Muschelkalk und Wettersteinkalk): Es sind dies, zusammen mit dem Hauptdolomit, die Gesteine, die landschaftlich am meisten hervortreten, und die zum grossen Teil die steilen Felsmauern zusammensetzen, die der Kurgast *Arosas* so gerne für unersteiglich erklärt, und die im Landschaftsbilde der westlichen Aufbruchzone vollständig zurücktreten.

Schöne, normale Profile zeigen uns besonders die beiden Berge *Amselfluh* und *Valbellahorn,* die mit einem Wandabfall von etwa 300 m sich über den Verrucano der Depression des *Alteiner Tiefenberges* u. s. w. erheben.

Ebenso schöne Profile, natürlich in verkehrter Lagerung, sehen wir an den imposanten Wänden der westlichen Parallelkette, an den ca. 600—700 mauerartigen Wänden der Berge *Thiejerfluh, Furkahorn, Schiesshorn* etc. (Taf. XII No. VIII, Taf. XII No. IX).

Auf der THEOBALDschen Karte scheinen diese Wände fast ausschliesslich aus Hauptdolomit zu bestehen, im Osten unterlagert

und im Westen überlagert von einer schmalen Zone, die aus Muschelkalk, Partnachschiefer, Arlbergkalk und Lünerschichten besteht.

Schematisierend hat er diese Gesteinsserie überall durchgezeichnet. Unverständlich bleibt dabei die fast doppelt so mächtige Ausbildung des Hauptdolomits in der westlichen Bergreihe, da doch eine einfache, liegende Falte vorausgesetzt ist.

Bei näherer Betrachtung eines der genannten Profile, vielleicht der Wand des *Valbellahornes*, treffen wir zunächst über der schon besprochenen unteren *Rauhwacke* den **Muschelkalk.**

Ein harter, schwarzer, unter dem Hammer klingender, in ziemlich dünne, ca. 40 cm dicke Bänke von ungemeiner Regelmässigkeit geschichteter, manchmal etwas dolomitischer Kalk. Auf den Schichtflächen fallen uns eigenartige Wülste auf, und schwarze Hornsteinknauer treten besonders auf angewitterten Stücken aus der Oberfläche hervor.

Viele rundliche Hohlräume mit weissen Calcitkriställchen heben sich deutlich von dem dunklen Untergrunde ab und geben dem Gestein ein schwach durchsprenkeltes Aussehen. Seine Mächtigkeit steigt bis 80 m in der östlichen Bergkette, bleibt aber für gewöhnlich ziemlich darunter. Der Muschelkalk ist in der ganzen *Strela-Amselfluhkette* auf beiden Seiten der Verrucanoerfüllten Depression einmal über und einmal unter der unteren Rauhwacke gut ausgebildet und aufgeschlossen (Taf. XII No. VIII). Charakteristisch für ihn sind neben den oben erwähnten Merkmalen noch häufige, leider stets unbestimmbare, Bivalvendurchschnitte und nicht seltene Stielglieder von Encrinus (gracilis-liliiformis?).

Ferner führt Rothpletz an vom *Valbellahorn:* Eine Ptychites sp. sowie Gyrolepsis Alberti. Der Muschelkalk fehlt der Kette *Schafrücken-Erzhorn*, sowie der Aufbruchzone und dem keilförmigen Gebirgsstück *Parpaner Weisshorn-Tschirpen.*

Wettersteinkalk: Ueber dem Muschelkalk sehen wir dann die ganzen Steilwände der genannten Berge (*Amselfluh, Strehl, Valbellahorn* etc.) aus einer ziemlich einheitlichen Masse bestehen. Mächtige, gelbliche, gut geschichtete, schwach klüftige, dolomitische, dolomitisch-kalkige und kalkige Bänke bis zur Dicke von zwei Metern bauen die Wände bis zu den Spitzen der Berge auf. Da die Wände bis zu den Gipfeln aus diesem Material bestehen, so können wir hier nichts Genaues über die Mächtigkeit dieser Dolomitkalke aussagen. Anders in den verkehrten Profilen am *Schiesshorn* etc., wo unter

diesem Wettersteindolomit der Hauptdolomit erscheint. Wenn auch die Ausbildung schwankt, so sind doch gewiss diese gelblichen Dolomite mit 250—350 m nicht zu gering taxiert (Taf. XII No. IX).

Dieser Wettersteindolomit tritt im *Plessurgebirge* auf:

1. In zwei Zonen in der *Strela-Amselfluhkette.* Einmal als die Steilmauern der östlichen Bergreihe (*Amselfluh, P. 2700, Strehl, Valbellahorn* etc.), normal über Rauhwacke und Verrucano — das Hangende, der Hauptdolomit, ist allenthalben durch Erosion verschwunden — dann in verkehrter Lagerung unter Verrucano und über Hauptdolomit in der westlichen Bergreihe *(Küpfenfluh, Mädrigerfluh, Thiejerfluh, Furkahorn, Schiesshorn, Leidfluh)* (Taf. XII No. IV).

2. In der Kette *Schafrücken-Erzhorn* normal unter Hauptdolomit, teils infolge einer Ueberschiebung nochmals auf Hauptdolomit lagernd.

Der Wettersteindolomit fehlt in der Aufbruchzone einschliesslich des Gebirgsstückes *Parpaner Weisshorn* und *Tschirpen.*

Eine genauere Gliederung dieser Massen wird sich bei der Armut an organischen Einschlüssen schwer durchführen lassen. — Ausser Lithodendron, sowie schlecht erhaltenen und sehr seltenen Spongien, finden sich nur Trochiten und wenige unbestimmbare, kleine Gastropoden.

Gut unterscheidbar, wenn auch anstehend in der Regel schwer auffindbar, aber doch eine nähere Behandlung erheischend, ist ein Horizont in diesem grossen Dolomitcomplex. Es ist eine Lithodendronbank von ca. 2 m Dicke.

Ihr entstammen die vielen Stücke mit Lithodendron, die man allenthalben auf der Passhöhe der *Mayenfelderfurka* findet, die so häufig sind in den Schutthalden der *Thiejerfluh* und *Mädrigerfluh,* die im Geröll der *Amselfluh* gefunden werden und die ich sowohl im Schutte des *Welschtobels* wie an den Hängen der Westseite des Gipfels *P. 2545* sammelte.

Da die mäandrisch gewundene Structur dieses corallogenen Gesteines aber nur auf den Schichtflächen hervortritt und nicht auf den vertikalen Spaltflächen sichtbar ist, und da die Lithodendronbank andererseits nicht mehr als 2 m im Ausmass zu besitzen scheint, so hält es sehr schwer, diesen Horizont anstehend nachzuweisen.

Den wenigen Stellen nach zu schliessen, die ich am *Furkahorn,* an der *Amselfluh* und hoch oben in den Felsen des *Aelplisechornes*

finden konnte, scheint es, als ob diese Bank rund 50 m über dem Muschelkalk gelegen ist[1]. Jennings und Rothpletz kannten diese Lithodendronschicht auch, erklärten sie aber für rhätisch, woraus besonders bei Jennings ganz unverständliche Lagerungsverhältnisse resultieren. Auf Rothpletz' Profilen stört dies weniger.

Raibler. Meist folgt über dem Wettersteindolomit der Hauptdolomit, stets nur in verkehrter Lagerung beobachtbar.

Nur am *Schafrücken*, am *Tschirpen* und am *Parpaner Weisshorn* ist die jüngere Rauhwacke nachweisbar als zelliges, poröses, typisches „Rauhwacken"-Gestein von geringer Mächtigkeit. Sie ist sehr wohl unterschieden von der älteren. Einmal durch ihre geringe Mächtigkeit und gesetzmässige Verknüpfung mit Hauptdolomit, dann durch das Fehlen der Zwischenlagen gelblichen Dolomits und durch ihre grobzelligere Structur, schliesslich durch das vollständige Fehlen fremder, dem Verrucano entstammender Einschlüsse, sowohl des Quarzporphyrsandsteins wie des roten Thones.

Als ganz constante Begleiterin des Hauptdolomits zieht die Rauhwacke in zwei schmalen, nur wenig Meter mächtigen Streifen durch die Nordwand des *Parpaner Weisshornes*, jeweils das Liegende des doppelt auftretenden Hauptdolomites bildend (Taf. XIII No. I). Am *Tschirpen* tritt dies Gestein an einer Stelle auf dem Verbindungsgrate genannten Berges mit dem *Hörnli* unter der Dolomitwand zu Tage, am *Schafrücken* konnte ich es nur in wenigen losen Bruchstücken in den Schuttkegeln am Fusse der Dolomitwände auffinden. Es fehlt in der gesamten *Strela-Amselfluhkette*, wo, wie bereits erwähnt, gesetzmässig dem Wetterstein der Hauptdolomit aufzuliegen scheint, es fehlt ferner in der ganzen Aufbruchzone im engeren Sinne des Wortes.

Der Hauptdolomit. Ueber dem Wettersteinkalk folgt in der Zone normaler Faltung, unter Ausschluss der Rauhwacke, der Hauptdolomit, nur in verkehrter Lagerung beobachtbar, da er im hangenden Schenkel der Falte durch Erosion verschwunden ist. Prachtvolle Profile zeigen *Schiesshorn* und *Leidfluh* (Taf. XII No. VIII). Auch tritt bei einer Betrachtung aus einiger Entfernung die Grenze zwischen Hauptdolomit und Wettersteindolomit sehr schön in die Erscheinung, da der erstere weniger gelblich, klotziger, klüftiger und weniger gut geschichtet ist. Quert man z. B. das Profil

[1] Wähner erwähnt in seiner Arbeit über das *Sonnwendgebirge* auch „Lithodendronartige Corallen" aus dem Wettersteinkalk, die besonders auf angewitterten Oberflächen erkennbar sind.

am *Schiesshorn*, beim Aufstieg zum *Alteiner Tiefenberg*, so wird ein unbefangener Beobachter bei etwas näherer Untersuchung kaum über die Natur der unteren Felsmassen im Zweifel sein können. Es ist typischer obertriadischer Hauptdolomit, von einer Ausbildung, wie sie sonst in den *Ostalpen* weit verbreitet ist, und mit allen petrographischen Merkmalen, die von diesem Gestein zur Genüge bekannt sind. Es ist hell bis dunkelgrau, beim Anschlagen schwach zuckerkörnig, von weisslichem Verwitterungsstaub bedeckt, von Calcitadern reichlich durchzogen und zerfällt leicht in eckige Bruchstücke. Wie anderswo zeichnen sich diese Massen auch im *Plessurgebirge* durch ihre vollständige Fossilfreiheit aus und senden, wie auch anderswo, mächtige Schuttströme zu Thal, die fast überall die untere Grenze gegen andere Gesteine dem Auge entziehen. Die Mächtigkeit des Hauptdolomits mag zwischen 200 und 300 m betragen. Es ist dabei zu beachten, dass in den der *Plessur* zugekehrten Steilmauern der Berge *Furkahorn*, *Schiesshorn* etc. die Mächtigkeit des Hauptdolomits grösser erscheint, weil hier — wie im tektonischen Teil gezeigt werden soll — eine Verdopplung des Dolomits stattgefunden hat (Taf. XII No. IX).

Der Hauptdolomit ist im *Plessurgebirge* zu finden:

1. In verkehrter Lagerung mit fehlendem Raibler in der *Strela-Amselfluhfalte*.

2. Ueber Rauhwacke und unter Rhät zweimal übereinander in dem Gebirgsstück des *Parpaner Weisshornes* und *Tschirpen*.

3. Auf dem kristallinen Untergrund namentlich im östlichen Teil der Aufbruchzone.

4. Als zahlreiche Schollen, fast immer in Verknüpfung mit Liasgesteinen — an wenigen Stellen auch mit Rhät — in der ganzen Aufbruchzone.

Rhät. Die jüngste Ablagerung der Trias im *Plessurgebirge* wird repräsentiert durch die Kössner Schichten. Dachsteinkalk scheint nirgends entwickelt zu sein. Die Hauptmasse der Kössner Schichten besteht aus weichen, dunklen Mergeln. Dazwischen treten bis 3 m mächtige kalkige Bänke auf, die sich schon von ferne durch ihre helle Farbe von dem umgebenden dunklen, schiefrigen Gestein abheben. An diesen hellen Kalkbändern lässt sich, z. B. am Südost-Abhang des *Erzhornes*, sehr schön beobachten, dass die Mächtigkeit der Kössner Schichten eine recht grosse ist, denn eine eventuelle Rückfaltung müsste an diesen auffallenden Kalkbändern unzweideutig in die Erscheinung treten.

Die Mächtigkeit dieses Horizontes schwankt allerdings ziemlich beträchtlich, ob infolge verschiedenartiger Ausbildung, oder weil das Gestein stellenweise unter starkem Druck ausgepresst wurde, mag dahin gestellt bleiben. Jedenfalls erreichten die Kössner Schichten an manchen Orten bis 90 m in verticaler Ausdehnung.

Sie sind sehr fossilreich, wenn auch arm an Arten. Der Erhaltungszustand der Einschlüsse lässt sehr zu wünschen übrig, wie dies bei einem weichen, mergeligen Gestein in einem Gebiet derartiger Gebirgsstörung auch a priori zu erwarten ist. Denn die Fossilführung ist ausschliesslich auf die mergeligen Lagen beschränkt, und den erwähnten widerstandsfähigen Kalkbändern fehlen organische Reste. Das alles war übrigens schon Theobald bekannt und wurde von ihm auch beschrieben.

Rothpletz' Fossilliste für die Kössner Schichten des *Plessurgebirges* weist folgende Arten auf:

Pentacrinus propinquus Münster.
Cidaris verticillata Stopp. Stacheln.
Hypodiadema Stopp. sp. Stacheln.
Terebratula gregaria Suess.
Terebratula pyriformis Suess.
Cardita austriaca Hauer.
Thamnastraea rectilamellosa Winkler.
Astraeomorpha confusa Winkler.
Thecosmilia sp.
Isastraea sp.

Das sind die am häufigsten gefundenen Fossilien.

Ausgiebige Fundpunkte sind schon lange bekannt. Den bereits beschriebenen am Südosthang des *Arosaer Rothornes* und am Sattel zwischen *Parpaner Weisshorn* und *Tschirpen* können leicht noch weitere reiche Localitäten zugefügt werden (Taf. XIII No. I, Taf. XIII No. III).

Ich erwähne hier nur die Nordwand des *Parpaner Weisshornes*, den Aufstieg von der *Arosaer Furka* auf diesen Berg sowie den Südostabhang des *Erzhornes* als besonders ergiebig.

Die Kössner Schichten fehlen in der normalen *Strela-Amselfluhfalte*. Im östlichen Teile — im hangenden Schenkel — sind sie durch Erosion verschwunden, im liegenden — westlichen — Schenkel wahrscheinlich zwischen dem gedoppelten Hauptdolomit ausgequetscht. Sehr gut entwickelt sind sie am *Erzhorn* und *Arosaer Rothorn*. Ihr normales Liegendes ist hier der Haupt-

dolomit. Eine Transgression resp. direktes Auflagern auf kristallinem Untergrund konnte ich nirgends beobachten.

Dann treten sie sehr gut erschlossen auf in dem Gebirgsstück *Parpaner Weisshorn-Tschirpen*, wo sie durch ihre dunkle Farbe schon von *Arosa* aus erkennbar sind.

In der Aufbruchzone schienen sie, bisherigen Beobachtungen nach zu schliessen, vollständig zu fehlen.

Lose Stücke mit deutlichen Fossilien in den westlichen Schutthalden der *Plattenhörner*, Stücke, die nur von diesen Gipfeln stammen konnten, machten mich zuerst darauf aufmerksam, dass die Kössner Schichten wohl auch in der Aufbruchzone entwickelt seien. Nach langem Suchen gelang es endlich, ein — wenn auch beschränktes — so doch sicher anstehendes Vorkommen ausfindig zu machen. Steigt man auf dem hübschen Fusswege von

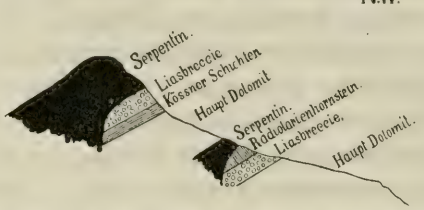


Fig. 1. Profil durch den Serpentinbuckel kurz unterhalb des Gipfels des Arosaer Weisshornes. Massstab ca. 1 : 5000. Einzig anstehendes Vorkommen der Kössner Schichten in der Aufbruchzone.

Norden auf das *Arosaer Weisshorn*, so kommt man vor Erreichung des Gipfelkegels an einem links liegenden kleinen Hügel vorbei. Das Profil durch diese kleine Erhöhung ist folgendes:

Ueber Liasbreccie und Malm folgen circa 5 m Serpentin. Darauf lagern etwa 12 m Hauptdolomit. Dann folgen 2 m Kössner Schichten, 5 m Liasbreccie und zum Schluss mächtige Massen von Serpentin. Die Kössner Schichten sind unverkennbar, sind genau so ausgebildet wie z. B. am *Arosaer Rothorn*, sind ungemein fossilreich und enthalten unter anderem eine Avicula contorta sowie Pecten sp.

Das Liegende dieser rhätischen Mergel ist Dolomit, und zwar ein in gar keinem Merkmal von dem übrigen Dolomit des *Arosaer Weisshornes* unterscheidbares Gestein. *Da wir schon früher sahen, dass dieser Dolomit an einigen Stellen auf Buntsandstein liegt, und da hier nun eine Localität vorliegt, wo er von Rhät bedeckt ist, so dürfen wir ihn — abgesehen von allem*

anderen — wohl schon aus diesen Gründen für Hauptdolomit ansprechen.

Eine weitere Fundstelle für Kössner Schichten in der Aufbruchzone, wenn auch nicht gerade in meinem engeren Arbeitsgebiet, möge hier anhangsweise kurz erwähnt werden. Beim Aufstieg von *Wolfgang* (nördl. *Davos*) zur *Parsennfurka* fand Professor Steinmann, der mit mir im Sommer 1902 dieses Gebiet beging, einige Bruchstücke rhätischer Mergelkalke mit Fossilien (Kössner Schichten). Sie lagen unweit der *Stätzalpen* (1971) im Bachschutt und können ihrer Lage nach nur von der *Casana* oder dem *Grünhorn* stammen. Anstehend sind sie in diesen Bergen noch nicht aufgefunden worden.

Mit den Kössner Schichten schliesst die Reihe der Triassedimente im *Plessurgebirge*. Wo das normale Hangende dieser Schichten zu Tage tritt, besteht es nie aus Dachsteinkalken, sondern stets aus liassischen Schiefern.

Juragesteine.

Lias. Mit der Besprechung des Lias kommen wir in ein Gebiet viel umstrittener, viel beschriebener Gesteinscomplexe. Was die Verbreitung des Lias anbelangt, so kann ich im *Plessurgebirge*, soweit dasselbe auf der kleinen Uebersichtskarte (Taf. X) zur Darstellung gelangt ist, drei getrennte Gebiete unterscheiden. Erstens die oft genannte normale Faltungszone, die *Strela-Amselfluhkette* mit Einschluss von *Schafrücken-Erzhornkette*. Hier ist nirgends eine Spur von Lias zu entdecken. Es fehlt uns jede Andeutung jüngerer Sedimente, abgesehen von einem Vorkommnis von Lias in Adnether Facies, das, wenige Quadratdecimeter gross, als Kern in der eingeklemmten Rhätmulde der Nordwand des Erzhornes steckt. Hauptdolomit, resp. Kössner Schichten sind die jüngsten Ablagerungen, die wir kennen.

Zweitens das Gebirgsstück *Tschirpen-Parpaner Weisshorn*. Hier tritt Lias thatsächlich auf, sehr wenig mächtig und in einer Facies, die durchaus abweichend ist von der der Aufbruchzone. Harte, rötlich-weisse, unter dem Hammer klingende, scherbenartig zerspringende Kalke sind hier aufgeschlossen zwischen Rhät und typischem oberjurassischem Radiolarit. Zum Teil findet man diese Kalke als wohl verfolgbare und im Streichen sich ziemlich an Mächtigkeit gleich bleibende Bänke, zum Teil als kleine zerquetschte Schollen zwischen Triasgesteinen eingeklemmt *(Tschirpen)*. Sehr

deformierte, aber doch noch erkennbare Ammoniten und Belemniten stecken gar nicht selten in diesen Kalken, lohnen aber nicht einmal die Mühe des Mitnehmens.

Wahrscheinlich entstammen diesem Horizont auch die losen Bruchstücke mit Ammoniten, die J. BOEHM und andere vom Alpweg von *Laï* zur *Lenzer Alp* beschreiben, und diese Ausbildung des Lias ist wohl auch dieselbe, aus deren losen Blöcken ROTHPLETZ an der *Casanna* seine Ammoniten fand. Es ist eine Ausbildung, die der Adnether Facies ungemein nahe steht, wenn nicht mit ihr ident ist.

Die Basis dieser Kalkbänke ist gebildet von einer groben Breccie mit Componenten bis über Faustgrösse, nur aus Triasbruchstücken bestehend, die eingebettet liegen in einer roten Grundmasse, die wohl entstanden ist aus der Terra rossa der Obertriadischen Dolomite, die sich vor Ablagerung des Lias bildete. Es ist genau dasselbe Gestein, das am *Ofenpass* zwischen *Lindauer* und *Douglas Hütte* im *Rhätikon* ansteht. Diese Breccie ist nicht sehr verbreitet. Nur an wenigen Stellen des *Parpaner Weisshornes* und des *Tschirpen* ist sie anstehend zu finden.

Lose Blöcke finden sich ganz vereinzelt kurz vor der *„Clus"*, rechts am Wege (im Sinne des Abstieges), der vom *Aelplisee* nach *Arosa* führt. In etwas grösserer Menge fand ich sie westlich vom Nordgrat des *Tschirpen* unter dem „f" des Namens *„auf dem Grat" (Siegfriedkarte)*.

Drittens die *Aufbruchzone*. Hier treten uns liassische Ablagerungen in anderer Form entgegen. Mergelschiefer, Kalkschiefer, Thonschiefer, kieselige Schiefer mit reinen Kieselbänken, sandige Schiefer, Sandsteine, feine und grobe Breccien, das ist alles zweifellos zum Lias zu rechnen und wurde von jeher zum Teil auch dazu gestellt. Die Aehnlichkeit mit sicherem Eocän-Flysch ist aber eine verzweifelte und das Ziehen einer Grenze fast ausgeschlossen. Fossilien fehlen — man kann sagen, so gut wie ganz. Ausser recht seltenen, schlechten Belemniten und unverwendbaren Algen nichts, aber rein gar nichts. Da bleibt es dann in den meisten Fällen eine höchst missliche Sache, über die Stellung der Schiefervorkommnisse in der Aufbruchzone etwas aussagen zu sollen.

Die polygenen Breccien sind in der Regel schon leichter zu stellen. Meistens enthalten sie Crinoïden, nie Radiolarit, oft sind sie mit Dolomit verknüpft; auch sind sie es immer, welche die spärlichen Fossilandeutungen enthalten (ausser den Algen).

An manchen Stellen giebt uns allerdings die Lagerung der Schiefer ein ziemlich unzweideutiges Kriterium über das, was sie sind. Sehen wir zum Beispiel am Nordwestabsturz des *Arosaer Weisshornes* oder *Plattenhornes* viermal Dolomit und Schiefer sich wiederholen, ohne Einschaltung des weiter unten zu behandelnden Radiolarits (oder seines Aequivalents des Pretschkalkes), so liegt die Annahme nicht gar zu fern, dass es sich hier um wiederholte Schuppen von Dolomit und Lias handelt. Auch wenn wir in der kristallinen Basis der *Mädrigerfluh*, *Thiejerfluh* oder des *Furkahornes* zusammen mit kleinen Dolomiteinspitzungen

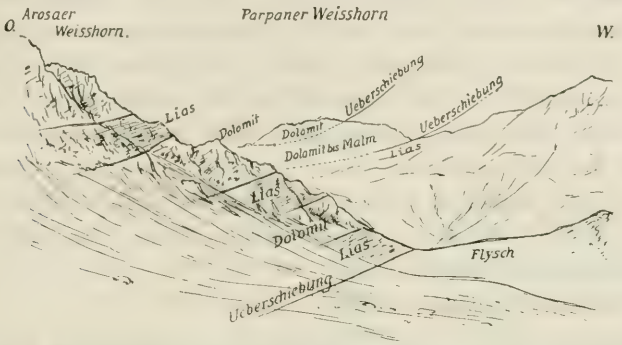


Fig. 2. Skizze der Schuppen des Arosaer Weisshorns sowie der Ueberschiebungen des Parpaner Weisshorns. Die Hauptüberschiebung (über Flysch) nur im Vordergrunde sichtbar. Gez. nach einer Photographie des Verfassers.

solche von Schiefer finden, so wird man diese mit früheren Beobachtern unbedenklich zum Lias stellen (Taf. XI No. X).

Aber die Schiefervorkommnisse im *Plessurbette* unterhalb *Arosa*? Die Schiefermassen des *Mutta* oberhalb des *Schwellisees*? Und namentlich die weitausgedehnten und so sehr einheitlichen Sandsteine zwischen *Schwellisee* und *Hörnli*? Die Frage, ob hier Lias oder Flysch vorliegt, kann ich nicht entscheiden. Petrographische, paläontologische und tektonische Kriterien lassen uns gleichmässig im Stich. Zahlreiche Dünnschliffe dieser Gesteine ergaben ganz ausnahmslos eine vollständige Fossilfreiheit. Wenn es überhaupt angängig wäre, Gefühle — um so zu sagen — mitsprechen zu lassen, so würde ich mich für Lias entscheiden. Nirgendwo in *Bünden* sah ich jemals unzweideutig als Flysch erkannte Gesteine von Eruptivmassen durchbrochen; die oben erwähnten Schiefer und Sandsteine haben überall Durchbrüche ophiolithischer Gesteine.

Die sogenannten „echten, kalkfreien Flyschfucoïden“ geben leider kein Kriterium ab. Auf dem Gipfel des *Arosaer Plattenhornes* kann z. B. ein Schiefer mit solchen „echten“ Flyschfucoïden geschlagen werden — ein Gestein, das kein Mensch je für Flysch erklären wird, und das auch selbst von den intuitivsten Forschern als liassisch betrachtet wurde.

Die Frage, inwieweit wir in den Schiefern der *Aufbruchzone* Lias oder Flysch vor uns haben, muss also einstweilen als noch stets ungelöst angesehen werden. Und demgemäss liegen zwei Möglichkeiten vor, die ich vorwegnehmend kurz streifen will:

Entweder: Aller Schiefer etc. der *Aufbruchzone* ist Lias, oder: über Malm etc. kam noch Flysch zur Ablagerung und wurde in der *Aufbruchzone* mit zerquetscht, zerbrochen und verarbeitet. Für die Grundzüge der Tektonik ist das nicht einmal von einschneidender Bedeutung. Denn, dass nicht der dritte denkbare Fall vorliegt, dass wir nicht in den tiefstgelegenen Schiefermassen im *Plessurbett* unterhalb von *Arosa* etc. ein Zutagekommen des *basalen Schiefervorlandes* zu sehen haben, werde ich weiter unten versuchen plausibel zu machen.

Malm (Radiolarienhornstein). War die Stellung der Schiefer etc., die zum grossen Teil widerspruchslos dem Lias zugerechnet werden, zum Teil aber auch nicht, eine sehr schwierige, ihre Erkennung eine oft nichts weniger als leichte, so sind die oberjurassischen Ablagerungen für den kartierenden Geologen um so bequemer.

Mittlerer Jura ist im *Plessurgebirge* bis jetzt nicht bekannt geworden. Ueberall, wo wir eine ungestörte Schichtfolge annehmen dürfen, folgen auf den *Liasablagerungen* rote, grüne, harte Kieselschiefer, die ungemein reich sind an Radiolarien: „Radiolarit“. Da dieses Gestein von den Atmosphärilien kaum angreifbar ist, ausserdem durch seine meistens leuchtend rote Farbe sehr auffällt, so kann sein Auftreten kaum irgendwo übersehen werden.

Durch seine eigenartige, etwa 5 cm dicke Schichtung, sowie durch den grossen Radiolarienreichtum ist das Gestein vorzüglich charakterisiert. Die rote oder grünliche Farbe ist nicht constant. Namentlich wo der Radiolarit stark zerquetscht ist, sehen wir alle Uebergänge von dem Auftreten einzelner weisser Kieseladern bis zu einer vollständigen Umwandlung in eine durch und durch weissliche Kieselmasse, die aber immer noch die Radiolarien erkennen lässt.

Manchmal ist in einer fortlaufenden Bank der Wechsel der Farbe schön beobachtbar, wie z. B. in dem ziemlich ausgedehnten Radiolaritzug oberhalb der *Urdensees*, wo, wie auch sonst, dieses Gestein mit liassischen Schiefern verknüpft ist.

Vorkommen: Dem normalen Faltengebirge, der *Strela-Amselfluhkette* fehlt der Malm, wie ja alle Sedimente von Wettersteindolomit an aufwärts. Im Gebirgsstück *Parpaner Weisshorn-Tschirpen* tritt der Radiolarit als zusammenhängendes Band auf, verknüpft mit liassischem Schiefer. In der *Aufbruchzone* finden wir ihn beinahe allenthalben, bald als grössere Züge, bald in Form vereinzelter, isolierter Schollen (Taf. XIII No. III).

Nach oben zu zeigt dieses Sediment stellenweise allmählich eintretende Veränderungen. Es geht beinahe ganz unmerklich in einen kieselreichen, klingenden Kalk über und wird schliesslich zu einem compacten, graublauen Kalke, der auch wieder alle Uebergänge zeigt zu einem mürben, weissen, feinblättrigen Kalkmergel. Hie und da (*Arosaer Furka*, unterhalb der *Alp Pretsch*) liegen auch Radiolarit und das Endglied der oben geschilderten Reihe, Kalkmergel, unmittelbar aufeinander. Mit Zunahme des Kalkgehaltes nimmt der Radiolarienreichtum ab. Ein sehr schöner Aufschluss, der besonders die Verhältnisse des allmählichen Ueberganges von Radiolarit in compacte Kalkbänke zeigt, liegt etwas nordöstlich oberhalb des *Grünseelis*.

Der Radiolarit ist hier nicht so mächtig, wie anderswo, und vielleicht liegen die Verhältnisse auch so, dass gegen den nördlichen Rand der Aufbruchzone der Radiolarit allmählich durch compacte Kalke vertreten wird, resp. anfängt mit ihnen zu wechsellagern. Diese Stellen, die **ein allmähliches Uebergehen des Radiolarits in typischen,** von allen Seiten für Tithon erklärten, **Pretschkalk** zu beobachten gestatten, **beweisen** auch **sicher das nichtpermische Alter des Radiolarits,** gleichgültig ob man hier eine normale oder verkehrte Lagerung annimmt.

Wir müssten dann wohl auch die in der Litteratur mehrfach erwähnte „Pretschkalk"wand, die sich als ziemlich geschlossene Steilwand vom *Sapünerbach* über *Lützenrüti* bis beinahe zur *Churer Ochsenalp* verfolgen lässt, für ein zeitliches Aequivalent des Radiolarits nehmen.

Diese orographisch sehr in die Erscheinung tretende Kalkwand, die nach Osten und Westen (*Sapün* einerseits, *Churer Ochsenalp* andererseits) allmählich ausdünnt und verschwindet, erreicht etwa in

der Mitte ihre Längserstreckung, westlich *Lützenrüti*, ihre grösste Mächtigkeit mit annähernd 80 m. Sie besteht aus einer geschlossenen, ungeschichteten, klotzigen Masse grauen, harten Kalkes. Unter dem Hammer springt das Gestein klingend zu Scherben. Makroskopische Fossilien fehlen fast ganz. Ausser einem unbestimmbaren Belemniten und wenigen Crinoïden bin ich nicht im Besitz von organischen Resten aus diesen Kalken[1]. Unter dem Mikroskop giebt sich der Kalk als deutlich oolithisches Gestein zu erkennen. Crinoïdenbruchstücke sind nicht selten, ebenso finden sich andeutungsweise Foraminiferenschalen ähnliche Reste. In der Litteratur fand diese Kalkwand mehrfach Erwähnung und wurde von jeher meistens für Tithon erklärt.

Noch an zwei anderen Stellen kenne ich — wie oben schon angedeutet — den Radiolarit in Verband mit kalkigen Schichten. Einmal an der *Arosaer Furka* zwischen *Parpaner Weisshorn* und *P. 2768*. Fast unmittelbar nördlich der Ueberschiebung des kristallinen über die Sedimentgesteine des *Weisshornes* tritt Radiolarit als kleine secundäre Mulde auf. Sie schliesst weisse, dünnplattige, kalkige Mergellagen ein, deren continuierlicher aber rascher Uebergang in Radiolarit gut aufgeschlossen ist.

Dasselbe kann man beobachten auf dem runden Rücken, der sich von der *Alp Pretsch* (nördlich *Maran*) südöstlich zu dem kleinen gewundenen Seelein hinzieht, dem der *„Seetobelbach"* entspringt.

Kreidegesteine.

Cenomanbreccie. Wir haben bereits drei Typen von Breccien aus dem *Plessurgebirge* kennen gelernt. Einmal die „kristalline", dann die zwei verschiedenen Arten liassischer Breccien. In bedeutend geringerer Verbreitung als die polygene *jurassische* tritt eine vierte auf, ihr in vieler Hinsicht recht ähnliche, aber doch wieder petrographisch nicht unwesentlich von ihr verschiedene.

STEINMANN hat zuerst in seiner Arbeit über das Alter der Bündner Schiefer auf dieses Gestein aufmerksam gemacht. Er beschreibt es folgendermassen:

„Das Auffallendste an diesen Breccien liegt in der reichlichen, zuweilen vorwiegenden Beteiligung von Bruchstücken des tithonischen Radiolarienhornsteines neben solchen von Kalk und Dolomit, untergeordnet auch von älteren Schiefergesteinen.

[1] ROTHPLETZ fand auch unbestimmbare Austernschalen.

Dadurch wird die meist intensiv tiefrote Färbung bedingt. Da ferner der Radiolarienhornstein ein unverwitterbares Gestein ist, die damit gemischten Dolomite und Kalke dagegen bei der Verwitterung tiefe Löcher zurücklassen, so wird die Breccie an der eckigen rauhen Verwitterungsfläche ebenfalls leicht kenntlich."

Steinmann zählt drei getrennte, wenig mächtige Vorkommen dieses Gesteines auf, und tritt dann in grosser Ausführlichkeit den Beweis an für das cenomane Alter dieser brecciösen Gesteine, sich dabei stützend auf analoge postjurassische Vorkommnisse, die in den Ostalpen weit verbreitet sich finden.

Diesen Beobachtungen kann ich noch folgendes hinzufügen: Während Steinmann die Beteiligung der kristallinen Gesteine nur in untergeordnetem Masse kannte und geneigt war, diese Componenten aus der Aufarbeitung liassischer polygener Breccie zu erklären, fand ich an verschiedenen Punkten Gneisse und Glimmerschiefer in grösserer Menge und in scharfkantigen, eckigen Stücken bis Kopfgrösse an der Zusammensetzung dieses Gesteines beteiligt, so dass es höchst wahrscheinlich erscheinen muss, dass sich auch ältere Gesteine primär an der Bildung dieser Cenomanbreccie beteiligen.

An vielen Punkten überwiegt in der Zusammensetzung der Radiolarit über alle anderen Bestandteile zusammengenommen. Dann resultiert für gewöhnlich ein tiefrotes Gestein mit vielen eckigen Löchern und Höhlungen, das in seinem Habitus einigermassen an die „Honeycomb-structure" erinnert. Es finden sich aber alle Uebergänge zu einer Breccie, die nur so verschwindend wenig Stückchen von Radiolarit enthalten, dass dieselben leicht der Beobachtung entgehen können.

Oft muss man mehrere Blöcke zerschlagen, bis endlich ein kleiner Fetzen des roten Gesteines sich zeigt — und wären nicht continuierlich alle Zwischenstufen zwischen dieser Breccie und der tiefroten radiolaritreichen vorhanden, so würde man selbstredend die Diagnose „Liasbreccie" stellen.

Es ist dieser Wechsel der Ausbildung wohl erklärlich, wenn man sich darüber klar wird, dass nach Aufarbeitung des tithonischen Radiolaritmaterials nur mehr älteres Material zur Verfügung stand. *Was das Alter dieser Breccien betrifft, so möchte ich darauf hinweisen, dass dieses Gestein bei allen ausgedehnteren mir bekannten Vorkommnissen* — also abgesehen von den kleinen Partien in der Schollenregion des *Brüggerhornes* — *stets auf Lias*

oder Dolomit liegt. Ferner fehlt stets der Radiolarit, wo wir diese Breccie treffen — sehr natürlich, da der Hornstein zur Bildung der Breccie verbraucht wurde. Andererseits, wo wir Radiolarit in grösseren Mengen finden, werden wir stets vergeblich nach unserer Cenomanbreccie suchen.

Die Verbreitung dieser interessanten Bildungen ist eine viel grössere, als STEINMANN bei einer flüchtigen Begehung annehmen konnte. Am auffallendsten — beinahe möchte man sagen aufdringlichsten — tritt dem Geologen diese Breccie entgegen an dem von *Maran* durch das *Wäldli* nach *Arosa* führenden Fusswege, etwa 300 m südlich *Maran* in einer Meereshöhe von 1800—1840 m. Die Ablagerung lässt sich als continuierliche, mässig mächtige Decke etwa 400 m nach Osten und 300 m nach Westen verfolgen. Unmittelbar südlich *Maran* an dem kleinen Buckel vor dem Hotel ist

Fig. 3. Profil durch das Maraner Aelpli. Massstab ca. 1 : 12 500. Zeigt die Auflagerung der Cenomanbreccie auf Lias mit fehlendem Radiolarit.

die Auflagerung auf triadischem Hauptdolomit unzweideutig aufgeschlossen (Taf. XI No. XII).

Dann erweist sich das ganze wiesenbedeckte Plateau, das sich zwischen *Maran* und dem bewaldeten Steilabhang im Osten gegen die *Plessur* erstreckt, soweit die spärlichen Aufschlüsse dies zu beobachten gestatten, als bestehend aus Cenomanbreccie, die Dolomit aufgelagert ist.

Nördlich *Maran*, auf dem guten Wege zur *Alp Pretsch*, sieht man einen Viehzaun aus diesem Gesteine gehäuft. Eine nähere Untersuchung zeigt, dass hier die Breccie in einer Höhe von 1920—1900 m eine grosse Ausdehnung besitzt.. Die Abart mit den wenigen Radiolarit-Componenten herrscht vor. Das Liegende ist wiederum Hauptdolomit. Für die eben aufgezählten Vorkommnisse ein Abstürzen vom *Brüggerhorn* annehmen zu wollen, wie dies thatsächlich gethan wurde, erscheint ganz widersinnig.

Ein weiteres grosses Vorkommen befindet sich an dem runden Buckel, *„Maraner Aelpli“* genannt (2162 m). Der Gipfel dieser Erhebung ist aus Cenomanbreccie gebildet, die mit concordantem Fallen liassischen Schiefern (mit Fucuïden!) aufgelagert ist. Da der Osthang dieses kleinen Berges in seiner Neigung mit dem Fallen der Sedimente übereinstimmt, so treten überall an diesem Hange bald grössere, bald kleinere Partien dieses unverkennbaren Gesteines auf.

Ein weiteres kleines Vorkommen — wichtig, weil hier Serpentin in diese Breccie injiciert auftritt — liegt hart am Wege von der *„Mittleren Sattelhütte“* zum *Arosaer Weisshorn* und wurde von Steinmann schon beschrieben.

Oestlich vom *Brüggerhorn*, an dem kleinen Bache, der am *Arlenwalde* vorbeifliesst, oberhalb des ausgedehnten Serpentinvorkommens, in einer Höhe von 2140 m kenne ich einen weiteren kleinen Aufschluss.

Schliesslich ist dann noch der Gipfel des *Brüggerhornes* zu erwähnen (2451 m), wo, wild durcheinandergestochen mit Schollen von kristallinen Gesteinen, von Dolomit, Lias, Liasbreccie und Radiolarit, auch einige Partien typischer Cenomanbreccie sichtbar werden (vgl. Fig. 18 S. 261).

Am *Arosaer Weisshorn* und am *Plattenhorn* gelang mir der Nachweis dieses Gesteines nicht. Ebensowenig Glück wie Steinmann hatte ich mit meinen Bemühungen, Fossilien zu finden, trotz häufigen stundenlangen Klopfens.

Die Frage nach der Entstehungsart dieser Breccie ist nicht einfach zu beantworten. Liegt uns in diesem Gesteine eine Dislocationsbreccie vor? Oder ist es eine Brandungsbreccie?

Während diese Arbeit mich beschäftigt, ist das prachtvolle Werk Fr. Wähners über das *Sonnblickgebirge* erschienen. Bei dem Studium dieser Arbeit fiel zunächst die grosse tektonische Aehnlichkeit beider Gebiete auf; dann vor allem aber auch die fast vollständige Identität der Wähnerschen „Hornsteinbreccie“ mit unserer Cenomanbreccie. Nach langen und detaillierten Untersuchungen und Beweisführungen neigt Wähner schliesslich mehr zur Auffassung, es läge eine Dislocationsbreccie vor. Er spricht sich aber ausserordentlich vorsichtig aus.

Die im *Plessurgebirge* auftretende rote Hornsteinbreccie scheint mir für die Erklärung ihrer Entstehungsart eine andere Deutung zu fordern.

Dafür spricht:

1. Die Mächtigkeit unserer Breccie; sie erreicht bis 30 m, in zum Teil sicher relativ ungestörter Lagerung.

2. Cenomanbreccie und Radiolarit vertreten sich — nicht faciell! — und die Breccie zeigt alle Uebergänge zu einer solchen ohne Hornstein, wie sie naturgemäss nach Verbrauch des tithonischen Materials bei einer Brandungsbreccie entstehen musste.

3. Das Auftreten ist ein recht beschränktes, auf die weitere Umgebung *Marans* lokalisiertes.

4. Wir treffen diese Breccie in ihren grösseren Vorkommen stets als oberstes an, nie von einem anderen Material bedeckt.

Aus diesen Gründen scheint mir die Deutung der Cenomanbreccie im *Plessurgebirge* als Transgressionsbreccie den grösseren Grad der Wahrscheinlichkeit für sich zu haben.

Eruptiva. Junge Eruptiva treten — nicht zur Freude des Geologen, der es sich zur Aufgabe gemacht hat, diese Gegend tektonisch verstehen zu lernen — im *Plessurgebirge* in grosser Ausdehnung auf. Von dem klassischen Erforscher dieser Gegenden, von G. THEOBALD, wurden sie 1860—1864 als Spilitdiorite, Dioritmandelsteine oder Spilitporphyre beschrieben.

Eine genaue petrographische Untersuchung dieser Gesteine durch BODMER-BEDER im Jahre 1898 hat ergeben, dass wir es hier zu thun haben mit „Olivindiabasen, vielfach begleitet von Serpentinfels und grünem Schiefer". Soweit meine Kenntnis der *Plessurgesteine* reicht, unterscheide ich Serpentin und Spilit (Variolit). Tuffe dieser Gesteine sind mir nicht bekannt geworden. Da die oben citierte Arbeit eine erschöpfende petrographische Darstellung der in Frage kommenden Gesteine giebt, so kann ich mich auf die Beschreibung ihres Vorkommens und auf die Discussion der Frage nach ihrem Alter beschränken.

Zunächst ihr Vorkommen: Es fehlen die Eruptiva in der ganzen *normalen Faltungszone*, im Gebiet der *Strela-Amselfluhkette* (Taf. XII No. VIII). ESCHER und STUDER haben einen kleinen Serpentinfleck oben auf der *Mayenfelder Furka* angegeben. Es scheint dies aber auf einem Irrtum zu beruhen, denn schon THEOBALD konnte diese Stelle nicht auffinden und auch ich habe vergeblich lange danach gesucht. Wahrscheinlich liegt eine Verwechslung mit grünen Porphyriten aus dem Verrucano des *Kummerhubel* vor, wie eine solche bei schneller Begehung ja wohl leicht vorkommen kann.

Wir können also daran festhalten, dass junge Eruptiva der

Zone *Strela-Amselfluh* fremd sind. Ebenso fehlen sie in dem Keilstück *Parpaner Weisshorn-Tschirpen*, welches wir ja schon öfters eine eigenartige Mittelstellung zwischen *normalem Faltengebirge* und *Aufbruchzone* einnehmen sahen.

Sobald wir aber weiter westlich gehen, sobald wir irgendwo die landschaftlich so ungemein auffallende Linie der Steilmauern, die sich vom *Parpaner Weisshorn* über *Schafrücken* und *Schiesshorn* bis zum *Strelapass* zieht, passiert haben, und damit in das *Aufbruchgebiet* gelangen, stossen wir sofort auf jung eruptive Vorkommnisse, die so ziemlich überall in dem westlichen Teile des Gebirges verbreitet sind (Taf. XI No. V).

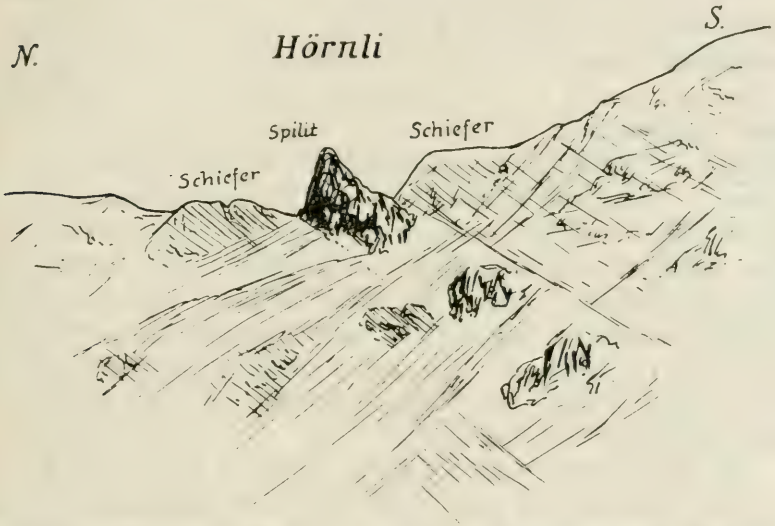


Fig. 4. Das Hörnli von Westen gesehen (nach Photographie des Verfassers) Spilit concordant zwischen liassischen Schiefern gelegen.

Bald durchsetzen die Serpentingänge alle hier vorkommenden Sedimente, bald sehen wir sie fast concordant zwischen Sedimentgesteinen eingeklemmt und einem Schichtgesteine ähnlich mitdislociert.

Das best aufgeschlossene Beispiel für das erste Vorkommen hat Steinmann in seiner Arbeit über das Alter der Bündner Schiefer[1] bereits publiciert; es ist der grosse Serpentingang.

[1] Steinmann, Geologische Beobachtungen in den Alpen I. Das Alter der Bündner Schiefer S. 593f.

der an der Thalschwelle zwischen *Urdenalp* und *Urden-Augstberg* alle Sedimente bis zum Radiolarit einschliesslich durchsetzt.

Ein gutes und für die zweite Art des Auftretens überzeugendes Vorkommen liegt z. B. fast unter der Spitze des *Arosaer Weisshornes*, wo in einer Höhe von beiläufig 2550 m Serpentin in concordanter Lagerung zwischen Dolomit und Lias sichtbar wird. Auch der turmartige Felsbau des *Hörnlis* ist, wie eine nähere Untersuchung zeigt, eine zwischen zwei Schiefermassen concordant eingepresste Spilitmasse, die dann durch Erosion freigelegt wurde, und die sogar in derselben Richtung wie das umgebende Gestein geschiefert erscheint (Fig. 4 S. 31 Taf. XIII No. III).

Diese basischen Eruptiva hören mit den sicher mesozoischen Gesteinen auf und fehlen dem fraglichen Schiefergebiet vollständig. Nordwestlich der Aufbruchzone im „Grundgebirge" ROTHPLETZ' treffen wir nie und nirgends Serpentin oder andere junge Eruptiva. Es ist dies ein — wenn auch nicht voll beweiskräftiger — Beleg für die einheitliche Flyschnatur dieser ganzen Massen. Wenn hier wirklich Lias und Flysch vorlägen, so wäre es bei der zweifellos enormen Störung, die diese Massen erlitten haben, zum mindesten höchst auffallend, dass hier nirgends Eruptiva sichtbar werden, wie es ja bei dieser Erkenntnis auch sonderbar erscheinen müsste, dass jede Andeutung älterer Gesteine (Dolomit vor allem, der fast immer mit Liasschiefer verknüpft in der östlichen Hälfte des Gebirges auftritt) sowie des unverwitterbaren Radiolarits fehlen sollte.

Es macht wirklich den Eindruck, als ob die basischen Eruptiva alle Gesteine bis zum Oligocänflysch durchsetzen. Unter dieser — aber auch **nur** unter dieser — Voraussetzung lässt sich dann auch das Auftreten der Eruptiva als Kriterium für das Alter der fraglichen Schiefer im *Plessurbette* unterhalb und bei *Arosa* verwerten.

Ueberall, wo wir im *Plessurgebirge* den jüngeren Eruptivgesteinen begegnen, finden wir auch stets und ganz constant typische Contacterscheinungen an den durchbrochenen Gesteinen. Im direkten Contact mit den Eruptivmassen lassen sich nachweisen: Hauptdolomit, Liasschiefer, Radiolarit und Cenomanbreccie. Das auffallendste Merkmal sind stets apophysenartige Verzweigungen der ophiolithischen Gesteine in den Sedimenten.

Einzelne Localitäten für derartige Erscheinungen namhaft zu machen, hat keinen Wert, da so ziemlich überall, wo Eruptiva auftreten, auch Contactbildungen getroffen werden.

Die petrographische Beschreibung dieser Contactstructuren ist sehr eingehend und genau in Steinmanns Arbeit: „Geolog. Beobachtungen in den Alpen“ [1] zu finden.

Tertiärgesteine.

Flysch: Die einförmigen Schiefermassen ausserhalb der *Aufbruchzone* fasse ich als Flysch auf. Damit befinde ich mich im Einklang mit der Auffassung Steinmanns und teilweise im Gegensatz zu Rothpletz, der hier Flysch und Lias unterscheiden und die Trennung hauptsächlich nach Fucuïden durchführen möchte, wozu, wie mir scheint, keine Berechtigung vorliegt.

Was den genauen Verlauf der Grenzlinie zwischen *Aufbruchzone* und *Vorland*, oder tektonisch gesprochen, zwischen Basal- und Deckgebirge betrifft, verweise ich auf den tektonischen Teil dieser Arbeit.

Wenn wir die Gesteine des Flyschlandes charakterisieren wollen, die in grosser Einförmigkeit dieses ganze Gebiet zusammensetzen, so hört man so ziemlich dasselbe Lied wie bei der Aufzählung der Liasgesteine: Kalkige Schiefer, sandige Schiefer, mergelige Schiefer, thonige Schiefer, kieselige Bänke, Sandsteine, Kalke, Breccien (zum Unterschied der Liasbreccie, aber nur mit Componenten bis zur Nussgrösse, sonst aber genau so ausgebildet wie die polygene Liasbreccie).

Die Schiefer sind in der Regel sehr mürbe und oft ausserordentlich dünnplattig. Im grossen betrachtet, herrscht ein bedeutenderer Reichtum an Fucuïden und eine hervorragendere Neigung zur Bildung „fauler Gesteine“ als sie dem Lias zukommt. Das sind aber beides Kriterien, mit denen wenig anzufangen ist. Eine ungeheure Complication des Baues zeichnet die Flyschberge aus, eine Complication, die bei dem Fehlen kenntlicher Horizonte in der Gesteinsmasse im Detail nur geahnt und nicht entwirrt werden kann.

Die Frage, ob wir innerhalb der *Aufbruchzone* auch Flysch treffen, ist einstweilen, solange ein sicheres Kriterium um Lias und Flysch zu trennen fehlt, nicht sicher zu entscheiden. Nur eine mehr oder minder grosse Wahrscheinlichkeit für die eine oder andere Auffassung kann geltend gemacht werden. Schon bei Besprechung des Lias wurde darauf hingewiesen, dass entweder alle

[1] Steinmann, Geologische Beobachtungen in den Alpen I. Das Alter der Bündner Schiefer S. 61—63.

Schiefer in der Aufbruchzone Lias sein können, oder aber dass Flysch ursprünglich die normale Folge der Sedimente geschlossen habe und dann mit seinem Liegenden zusammen zerrissen und verschoben sei.

Von anderer Seite ist der Versuch gemacht, es wahrscheinlich erscheinen zu lassen, dass der Flysch des *basalen Gebirges* im tiefen *Plessurbett* unterhalb *Arosas* nochmals zu Tage trete.

Dem halte ich erstens entgegen, dass diese Schiefer von Eruptivmassen durchbrochen sind, was bei den Schiefern des *Basalgebirges* (gleichgültig ob Flysch, ob Lias und Flysch) nie der Fall ist. Zweitens gebe ich folgendes zu bedenken: Die Ueberschiebungslinie der *Aufbruchzone* über das *Schiefervorland* in unserem Gebiete verläuft, im grossen betrachtet, etwa von Südwesten nach Nordosten. Wo wir den Contact der beiden „Gebirge" beobachten können, ist die Decke etwa im Winkel von 30° auf das *basale Gebirge* hinaufgeschoben, im Südwesten etwas steiler als im Nordosten. Die Ueberschiebungsfläche wird im Südwesten, am *Urden-Augstberg*, etwa in der Höhe von 2160 m sichtbar und senkt sich dann ganz allmählich in ihrem Verlaufe noch Nordosten. An ihrem nördlichsten Punkte (dem „P" des Wortes *„Pretschwald"* auf der *Siegfriedkarte*) hat sie etwa 1500 m erreicht.

Infolge der Erosion des *Plessurflusses* springt die Linie hier ziemlich scharf nach Süden zurück und gestattet dadurch an dieser Stelle die constante Neigung der Ueberschiebungsfläche zu beobachten, derart, dass bei dem Orte *Rüti* die Grenze etwa in der Höhe von 1380 m liegt.

Die Schiefermassen der *Aufbruchzone* im *Plessurbette* unterhalb *Arosas*, welche man ja eventuell als Flysch auffassen kann und die ROTHPLETZ als *basales Gebirge* gedeutet hat, liegen in einer Höhe von 1700 bis 2000 m. Nach dem Gesagten erscheint es mir aber ziemlich unmöglich, dass sie dem Untergrunde angehören, man müsste dann, um diese Behauptung annehmbar zu machen, schon seine Zuflucht nehmen zu der Annahme einer — durch keine Beobachtung gestützten — starken Wellung der Ueberschiebungsfläche. Bei alledem bin ich mir aber vollständig klar darüber, dass für meine Auffassung der Verhältnisse ein strikter Beweis einstweilen nicht beizubringen ist.

Schliesslich mag noch kurz die Frage gestreift werden, ob in dem *„Schiefervorlande"* wirklich nur Flysch, oder, wie mehrfach behauptet wurde, auch Lias sichtbar werde.

Wenn die anstehenden Schiefergesteine wirklich zum Teil auch dem Lias angehörten — warum findet man dann nirgends eine Spur von dem doch so auffallenden und unzerstörbaren Radiolarit, der den Lias sonst so constant begleitet? Es ist dies ein Punkt auf den schon Steinmann mit allem Nachdruck hingegewiesen hat. Und weiter: Warum fehlt auch jede Spur von Hauptdolomit, der ja stets unter dem Lias Allgäuer Facies ansteht, wenn hier wirklich Synclinalen vorliegen, die uns den Lias zu sehen gestatten?

Noch auf eine besonders interessante, im *basalen Gebirge* nicht tief unter der Ueberschiebungslinie gelegenen Stelle ist hier noch hinzuweisen. Nicht weil sie für die tektonische Erklärung von besonderer Bedeutung wäre, aber weil hier der Flysch reich an Fossilien auftritt. Es sind die Felsen *Capetsch*, westlich etwa 200 m unterhalb des zwischen *Arosa Weisshorn* und *Plattenhorn* durchführenden *Carmennapasses* gelegen. Ein grauweisser, blätteriger Kalkmergel steht hier an, der geradezu gespickt ist mit Globigerinen-Schalen und zwar nur mit diesen. Steinmann hat in seiner Arbeit über das Alter der Bündner Schiefer dieses sehr beschränkte Vorkommen für Couches rouges genommen und als solche beschrieben, war aber bei unserer letzten Begehung auch der Ansicht, dass es sich um einen Tertiärhorizont handle, wie solche ja auch in der *nordschweizerischen Klippenregion* bekannt sind[1], zumal da wenig oberhalb der besprochenen Stelle die orographisch so deutlich ausgeprägte Ueberschiebungslinie zwischen *Flyschland* und *Aufbruchzone* verläuft.

Tektonischer Teil.

Kurz muss ich mich leider fassen. Es ist nie schön, auf Arbeiten zu verweisen, die der Zukunft angehören sollen. Nicht in diesem Sommer, aber hoffentlich später, sobald die genaue geologische Aufnahme des *ganzen Plessurgebirges* vollendet sein wird, soll eine Specialkarte erscheinen, deren Erläuterung dann hauptsächlich die Tektonik dieses schwierigen Gebietes klarzustellen versuchen wird.

Es mögen hier aber vorgreifend wenigstens einige Profile durch das Gebiet von *Arosa* gegeben werden — und sie erfordern notwendig eine, wenn auch nur gedrängte textliche Erklärung.

[1] Vgl. Quereau 1893: Klippenregion vom *Iberg*. Beiträge zur geologischen Karte der *Schweiz*, XXXI. Lief.

Bei der Betrachtung des beiliegenden Uebersichtskärtchens (Taf. X) unterscheidet man sogleich vier getrennte Gebiete. Sie entsprechen ebensovielen Regionen tektonisch verschiedener Ausbildung.

Der ganze südöstliche Teil der Karte ist eingenommen von einer nach Westen zu ziemlich geradlinig abgegrenzten Partie. *Ich möchte sie bezeichnen als den westlichsten Teil des normalen Faltengebirges.* Was noch in den Rahmen dieser Arbeit hineinfällt, ist die *„Strela-Amselfluhkette"*, die dritte der von Osten her gezählten Falten des von JENNINGS[1] bearbeiteten Gebietes.

Es ist eine grosse, sehr flachliegende Falte, deren höchsten Teile durch Erosion zerstört sind. Darin liegt auch die Erklärung für die auffallenden hydrographischen Verhältnisse dieser Gebirgszone, die orographisch sich als Doppelkette präsentiert.

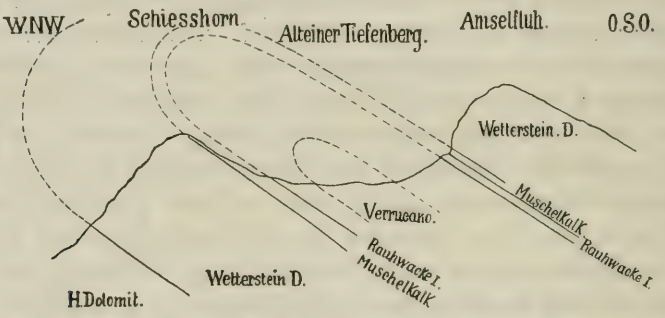


Fig. 5. Profil durch die Strela-Amselfluhfalte. Massstab ca. 1 : 50 000.

In den Bergen *Amselfluh, Strehl, Valbellahorn, P. 2790, P. 2806,* und *Guggernell* hat man den hangenden Schenkel der Falte zu erblicken. Steigen wir aus der Depression des *Alteiner Tiefenberges* auf einen der genannten Gipfel, so begegnet unser Auge in normalen Profilen von unten nach oben: Verrucano, untere Rauhwacke, Muschelkalk, Wettersteindolomit. Folgen müsste darauf natürlich Hauptdolomit und Rhät; sie fehlen. Erosion hat diese ehemals höchsten Teile der Schichtfolge von den Bergen weggeschafft.

Und nun umgekehrt: Bei einem Abstieg von einem Gipfel des westlichen Astes der Doppelkette *(Küpfenfluh, Mädrigerfluh, Thiejerfluh, Furkahorn, Schiesshorn, Leidfluh)* hinunter zum Bette der *Plessur* kreuzen wir in verkehrter Lagerung: Verrucano, untere Rauhwacke, Muschelkalk, Wettersteindolomit, Hauptdolomit (Taf. XII No. IV).

[1] JENNINGS, The geology of the *Davos* district.

Zwischen den beiden Reihen von Triasbergen, in der centralen Depression, die den erodierten Scheitel der Falte darstellt, tritt uns überall als tiefstes sichtbares Glied der Verrucano entgegen, stellenweise ausserordentlich mächtig, wo er infolge der Einschaltung von Porphyrmassen über die normale Mächtigkeit anschwillt — wenn man überhaupt von normaler Mächtigkeit sprechen kann, da ja der Verrucano immer von einer ausserordentlich schwankenden Entwicklungsstärke ist, eine Beobachtung, die besonders für den Porphyrsandstein, weniger für den roten Thon, Gültigkeit besitzt.

Wenn wir so in oben besprochener Weise die steile Felswand, die den wilden Thalboden des *Welschtobels* im Osten begleitet, queren,

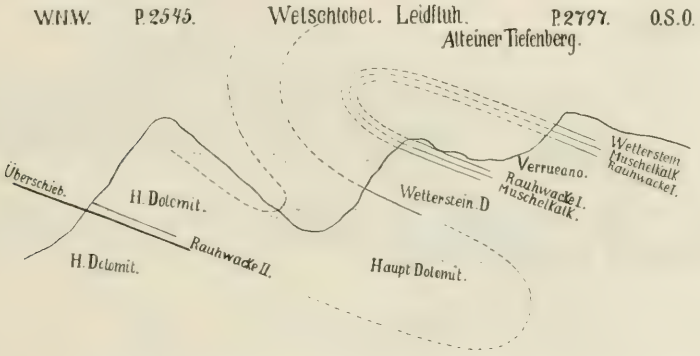


Fig. 6. Profil durch die Strela-Amselfluhfalte, Schafsrücken-Erzhornfalte etwas südwestlich vom Profil No. 5. Massstab ca. 1 : 40 000.

dann fällt uns die grosse — allerdings auch schwankende — Mächtigkeit des Hauptdolomites auf. Sie resultiert aus einer teilweisen Verdopplung dieser Gesteinsmasse, die in den unteren Partien als aufstrebender Schenkel der nächsten Falte zu denken ist. Rhät wird zwischen dem Dolomit nicht sichtbar. Warum mag dahingestellt bleiben. Vielleicht weil er ausgequetscht, vielleicht weil wir gerade die Umbiegungsstelle des Hauptdolomites vor uns haben.

Unmittelbar im Anschluss an diesen unteren Hauptdolomit („unten" im tektonischen Sinn!) beginnen die Unregelmässigkeiten, Einspitzungen, Zerreissungen etc., mit einem Worte westlich dieses Dolomites befinden wir uns in der Aufbruchzone. Dies gilt wenigstens für das Gebirgsstück vom *Schiesshorn* an nordwärts.

Südlich des *Schiesshornes* steigt die oben erwähnte Falte — man müsste sie im Sinne JENNINGS' als die vierte Falte, vom Hochducan an nach Westen gezählt, bezeichnen — noch relativ regelmässig

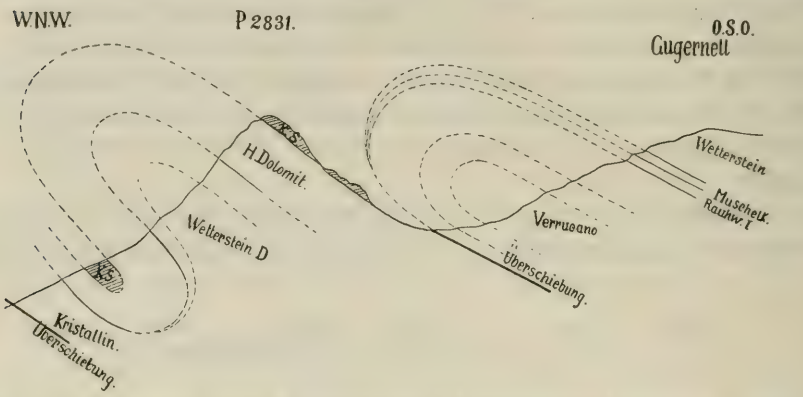


Fig. 7. Profil durch Strela-Amselfluhfalte und Schafrücken-Erzhornfalte. Südwestlich von Fig. 6. Die Synclinale ist hier in eine Ueberschiebung übergegangen. Massstab ca. 1 : 40 000. [K. S. = Kössner Sch.]

in die Höhe. Sie bildet die Bergkette: *Schafrücken, P. 2545, Aelpliseehorn, P. 2831, Erzhorn.*

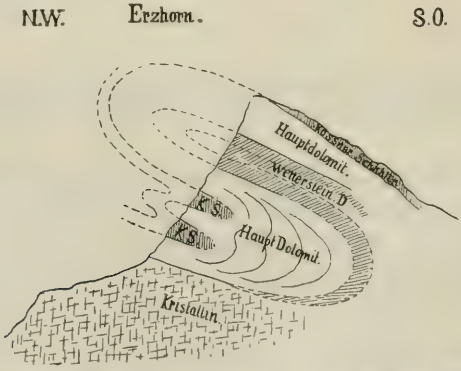


Fig. 8. Detailprofil der Einspitzungen in der N.-W.-Wand des Erzhornes. Massstab ca. 1 : 25 000. Cf. Fig. 9 und 10. [K. S. = Kössner Sch.]

Je weiter wir vom *Schiesshorn* aus südwärts wandern, um so kräftiger ist diese vierte Falte entwickelt und um so mehr dehnt sie sich nach Westen aus, eine Erscheinung, die combiniert ist mit einem langsamen Umbiegen der Streichrichtung aus Nordost-

Südwest nach Ost-West. Es entsteht auf diese Weise mehr Platz, und daraus erklärt sich das Auftreten des Rhäts am Südhange des *Erzhornes* und von *P. 2831.* Gleichzeitig zerreisst die dritte *Strela-Amselfluhfalte* und geht allmählich in eine Ueberschiebung über, so dass am *Erzhorn* dann Verrucano auf Rhät zu liegen kommt (Taf. XIII No. XI).

In untergeordneten kleineren Fältelungen steigt diese vierte, *Schafrücken-Erzhornfalte,* hoch empor, so dass am *Erzhorn* und *Rothorn* der kristalline Untergrund zur mächtigen Entfaltung gelangt.

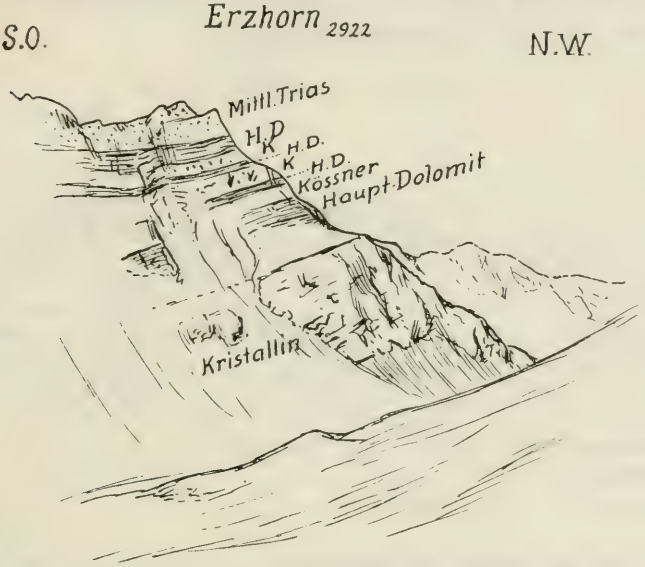


Fig. 9. Profilansicht des Erzhornes (nach Photographie des Verfassers) von Aelplisee aus gesehen.

Hauptdolomit liegt hier, wie auch im Norden unter der *Mädrigerfluh* ohne Zwischenschaltung älterer Sedimente direkt dem kristallinen Untergrunde auf (Taf. XIII No. XI).

Diese kristallinen Massen ihrerseits (*Rothornmassiv, Aelplihorn* etc.) sind an einer steilen Fläche auf die Sedimentärmasse des *Parpaner Weisshornes* und *Tschirpen* hinaufgeschoben (Taf. XIII No. II).

Verfolgen wir die Linie dieser Ueberschiebung nach Osten und Nordosten.

An der *Arosaer Furka* zwischen *P. 2768* und *Parpaner Weisshorn* sehen wir das Kristalline teils dem Rhät, teils dem Hauptdolomit

auflagern. Nach Osten nimmt die Mächtigkeit des Kristallinen bald ab und in der steilen Nordwand des *Erzhornes* sehen wir es unter dem hangenden Hauptdolomit alsbald auskeilen.

Der überschobene Hauptdolomit des *Tschirpen* tritt in der Höhe von *P. 2831* immer näher an den hangenden Hauptdolomit der *Schafrücken-Erzhornkette* heran und am Fusse der oberen Steilwand von *P. 2545* und *Schafrücken* sehen wir schliesslich Hauptdolomit auf Hauptdolomit liegen, nicht entwirrbar als oberer („übergeschobener") und unterer („überschobener"), wenn wir nicht den Dolomit des *Tschirpen* im Streichen continuierlich bis in die Basis des *Schafrückens* verfolgen könnten.

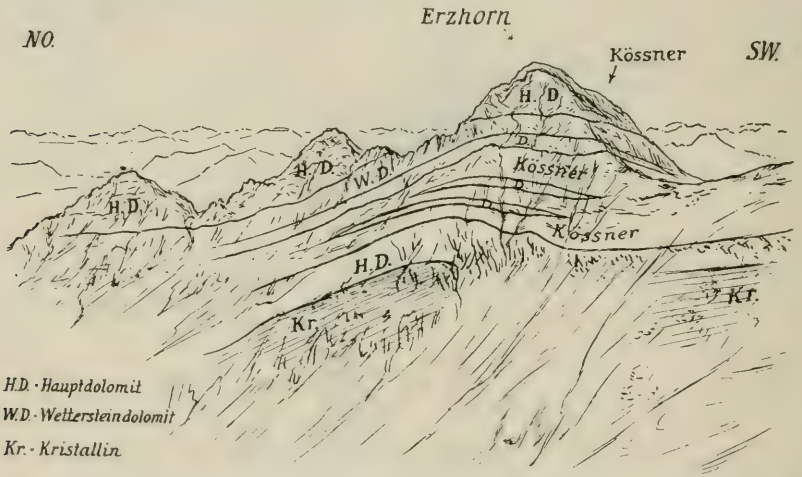


Fig. 10. Eine Face-Ansicht der Erzhornkette (nach Photographie des Verfassers) vom Aelplihorn gesehen. Zeigt das kurze horizontale Ausmass der Einspitzungen der N.-W.-Wand des Erzhornes.

Die Streichrichtung der Schichten macht etwa an der, den *Aelplisee* abdämmenden, *Clus* einen ziemlich scharfen Knick aus der Richtung Ost-West in die Nordost-Südwest. Dementsprechend sehen wir hier auch steilgestellte Schichten mit beinahe saigerem, an einzelnen Stellen sogar überkipptem Einfallen, und demgemäss hat sich auch hier am Orte minoris resistentiae das Wasser seinen Abfluss geschaffen.

Unternehmen wir es nun, die Grenzlinie zwischen dem Gebirge ziemlich normalen Faltenbaues und der Aufbruchzone zu ziehen, so würde sie von der *Arosaer Furka* östlich über den *Aelplisee* weg bis zur halben Höhe der Schutthänge des *P. 2545* verlaufen, hier

eine Biegung nach Nordosten machen, die Steilwand des *Schafrückens* schneiden, und fernerhin etwa in der Höhe von 2200 m die Dolomit-

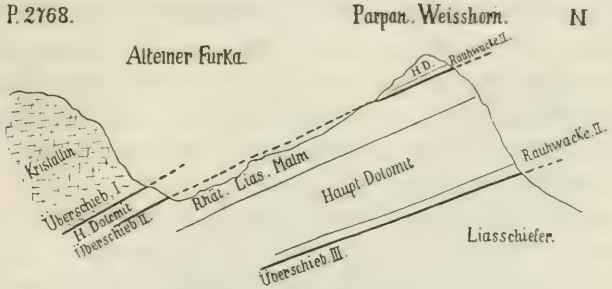


Fig. 11. Massstab ca. 1 : 25 000.

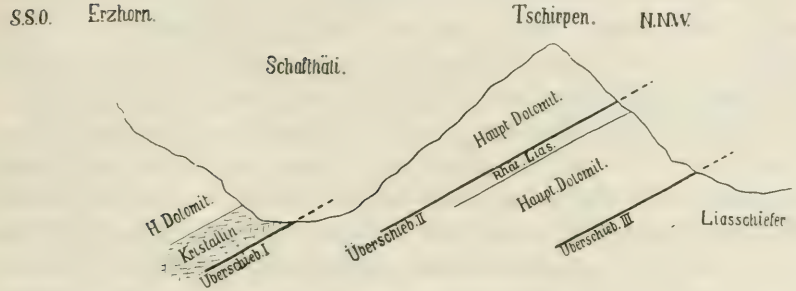


Fig. 12. Massstab ca. 1 : 25 000.

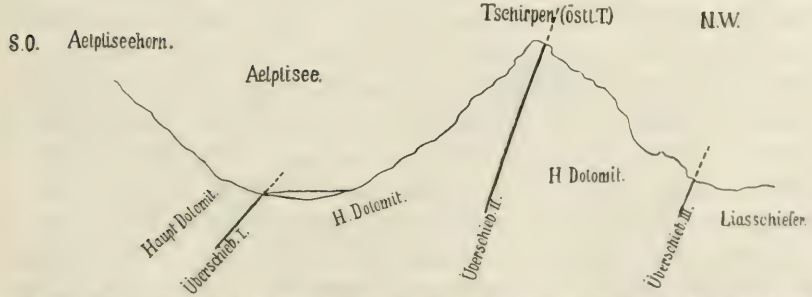


Fig. 13. Massstab ca. 1 : 25 000. Drei Parallelschnitte durch das Keilstück des Parpaner Weisshornes-Tschirpen. Besonders gewählt zur Erklärung des verdreifachten Hauptdolomits an der Schnittlinie Aelpliseehorn-Tschirpen.

wände des *Schiesshornes*, *Furkahornes*, *Thiejerfluh*, *Mädrigerfluh* und *Küpfenfluh* queren.

Was westlich und nordwestlich dieser Linie bis zur grossen — unten näher zu behandelnden — Hauptüberschiebungslinie über

Flysch liegt, das fasse ich in Uebereinstimmung mit STEINMANN als *„Aufbruchzone"* zusammen.

Besondere Beachtung und Besprechung beansprucht in diesem Gebiet noch *ein keilförmiges Gebirgsstück, die Bergmasse des Parpaner Weisshornes und Tschirpen;* auch hier herrscht kein normaler Faltenbau mehr, auch hier ist das normale Schema schon durchbrochen, es ist aber noch nicht zu so weitgehender Zerstückelung und Auflösung gekommen, wie dies sonst in der Aufbruchzone die Regel zu sein scheint.

Betrachten wir also dieses Stück für sich. Es ist eine länglich keilförmige Bergmasse, die zwei Gipfel umfasst: Das *Parpaner Weisshorn* und den *Tschirpen*, die eine etwas gewundene Kammlinie zeigen. Im Profil von Osten oder Westen aus gesehen haben wir ausserordentlich elegante Pyramiden vor uns, die ihre etwas weniger steile Seite gegen Süden richten. En Face erblicken wir jähe Mauern, so steil, dass die dem Norden zugekehrte Seite des Berges dem ungeübten Auge leicht senkrecht erscheinen mag.

Eine Erkletterung des *Parpaner Weisshornes* quer durch diese Nordwand führt uns von unten nach oben, vom Lias des *Urdenaugstberges*, an über folgende Gesteine: Zunächt obere Rauhwacke, vielleicht 2 m mächtig; darüber typischer Hauptdolomit (40 bis 50 m), folgt ein von weitem schon auffallendes, dunkles, fast schwarz erscheinendes Schieferband, das den ganzen Berg (von Norden gesehen) umgürtet. In diesem ca. 80 m mächtigen Bande entdeckt man bei näherer Untersuchung blutrote und hellgraue Streifen. Das Schieferband besteht aus rhätischen Mergeln und Schiefern, Kössner Schichten; die auffallenden, anders gefärbten Bänder erweisen sich als ein ganzes System von Einspitzungen jüngerer Gesteine (Radiolarit und Liaskalke). Manches dieser Bänder hat an die 200 m Horizontalausdehnung und verschwindet dann plötzlich; andere, linsenförmig, sind oft bloss 10, 20, 30 m lang und keilen dann aus. Manchmal convergieren diese Bänder, verschmelzen sogar. Es resultieren tektonische Bilder, deren Entstehung schwer vorstellbar ist. — „Faltungsdiscordanz".

Dieses Band umzieht, wie gesagt, die ganze Nordseite des *Parpaner Weisshornes.*

Da nun der Winkel des Fallens in diesem Bande bedeutend geringer als der Neigungswinkel der Gipfelpyramide des Berges ist, andererseits aber ungefähr gleich gross wie der Neigungswinkel der unteren Hänge, so läuft man von dem secundären *Gipfel 2701*

zur *Arosaer Furka* absteigend fast ausschliesslich auf Kössner Schichten.

Haben wir dieses schwarze Band im Aufstiege gequert, so begegnen wir wieder einer wenig mächtigen Schicht oberer Rauh-

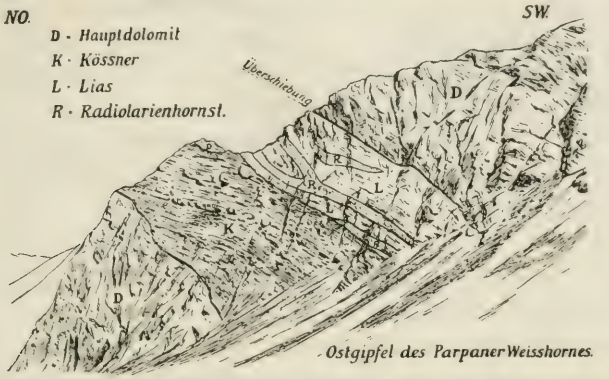


Fig. 14. Ansicht der beiden Schuppen des Parpaner Weisshornes. Besonders schön sichtbar sind die linsenförmigen isolierten Partien des Radiolarits im Lias unmittelbar unter der Ueberschiebung. (Nach einer Photographie des Verfassers.)

wacke (2 m) und darauf folgt abermals typischer, ungeschichteter, reich zerklüfteter, heller Hauptdolomit, der den eigentlichen, turmreichen Gipfelkamm des Berges zusammensetzt.

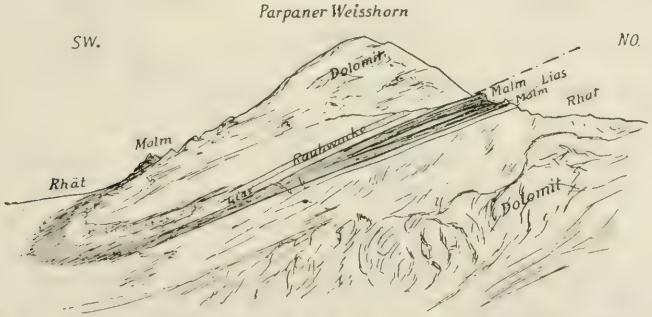


Fig. 15. Parpaner Weisshorn von S.-O. gesehen. Cf. Fig. 16 und 17. (Nach Photographie des Verfassers.)

Die einzig mögliche Deutung dieser Lagerungsverhältnisse ist wohl diese:

Der Berg besteht aus zwei Schuppen. Die untere von Rauhwacke, Hauptdolomit, Rhät, Lias und Radiolarienhornstein gebildet, ist auf den Liasschiefer des Urdenaugst-

berges hinaufgeschoben. Die obere, zweite Schuppe aus Rauhwacke und Hauptdolomit (das andere durch Erosion ver-

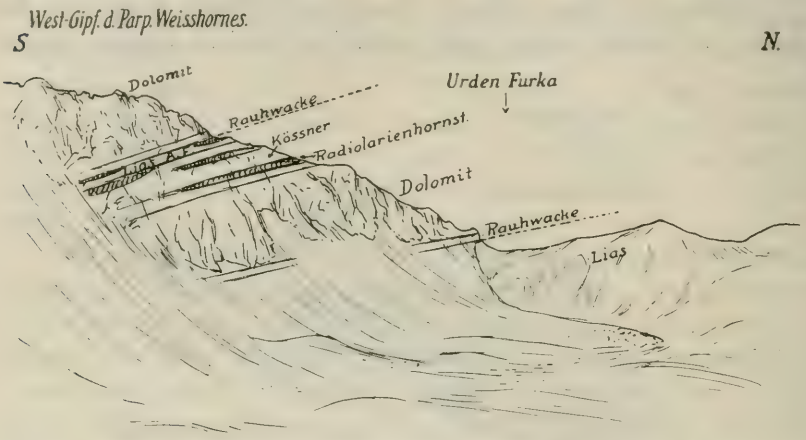


Fig. 16. Die Ueberschiebung der unteren Scholle des Parpaner Weisshornes (jüngere Rauhwacke, Hauptdolomit, Kössner — mit Lias- und Radiolarienhornstein-Fetzen —) über den Lias der Urden-Furka, sowie der oberen Schuppe (jüngere Rauhwacke und Hauptdolomit über die untere). (Nach Photographie des Verfassers.)

schwunden?) *ist über den Radiolarit der unteren weg auf diese hinaufgeschoben.* Dabei haben dann die relativ weichen und plas-

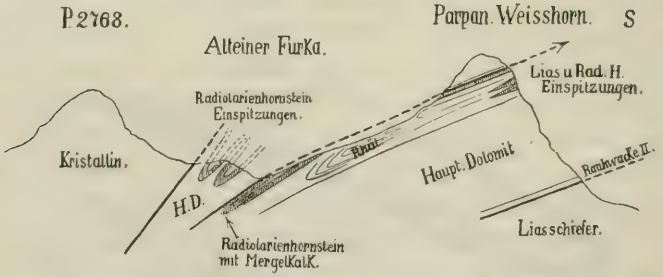


Fig. 17. Profil durch die beiden Schuppen des Arosaer Weisshornes. Massstab ca. 1 : 25 000. Einspitzungen von Radiolarit in den Hauptdolomit der oberen Schuppe. Ueberschiebung des kristallinen Grundgebirges auf die obere Schuppe. Cf. Fig. 15.

tischen Kössner Schichten der unteren Schuppe vielfach unregelmässige, secundäre Faltungen und Zusammenstauchungen erlitten (Taf. XIII No. II).

Diese beiden Schuppen ihrerseits sind von dem Kristallinen des *Rothornmassivs* überschoben, wie dies an der *Arosaer Furka*

ausserordentlich schön sichtbar wird[1]). Diese Stelle ist sehr klar und instructiv. Erstens sieht man hier den Dolomit der oberen Schuppe über den Radiolarit der unteren hinweggeschoben. Dann tritt die secundäre Stauchung des Rhät an einigen hellen Kalkbändern prachtvoll hervor, und schliesslich sieht man das Kristalline auf einer steilgeneigten Fläche auf den Dolomit der oberen Schuppe geschoben und erblickt in dem sehr reducierten und stark gepresstem Dolomit mehrfach Radiolarit und Lias als isolierte Linsen und Fetzen hineingepresst.

Dieser Radiolarit sollte natürlich zusammen mit Kössner Schichten und Lias auf dem Gipfeldolomit des *Weisshornes* liegen, ist hier aber abgetragen worden.

Ganz analoge Verhältnisse sehen wir am *Tschirpen*, der die direkte östliche Fortsetzung des *Parpaner Weisshornes* darstellt.

Ein Unterschied ist bloss insofern vorhanden, als hier die Schichten — nahe der Umbiegungsstelle im Streichen bei der *„Clus"* — steiler gestellt, als alle Glieder der Schichtfolge stärker gepresst und mehr reduciert sind, als die untere Schuppe nach Osten ihr Ende findet und etwa an der *Clus* auskeilt, und als schliesslich die Ueberschiebungsfläche zwischen den beiden Schuppen weniger regelmässig ausgestaltet ist. Die obere Schuppe reduciert sich auf den Dolomit, der, allmählich immer dünner und dünner werdend, noch eine Strecke weit in die untere Steilwand des *Schafrückens* hinein verfolgt werden kann.

Wer vom *Parpaner Weisshorn* ausgehend und den einzelnen Schichten in ihrem Streichen nachgehend diese Verhältnisse verfolgt, wird sich kaum darüber im unklaren sein können. Ohne Kenntnis der Tektonik des *Parpaner Weisshornes* dürfte aber der *Tschirpen* dem kartierenden Geologen schwere Rätsel zu lösen geben.

Ob ausserdem zwischen *Parpaner Weisshorn* und *Tschirpen* noch eine Verticalverschiebung, eine Blattverschiebung, zu constatieren ist, wage ich nicht zu entscheiden. Manchmal glaubte ich für diese Vermutung J. Boehms Anhaltspunkte gefunden zu haben, ein anderes Mal wieder schienen mir die Verhältnisse nicht so zu liegen, und ich glaubte sie durch Erosion und Umbiegen der Streichrichtung allein erklären zu können.

Abgesehen von der Tektonik, veranlasst noch ein Moment die eben besprochene Gebirgsmasse von der Aufbruchzone zu trennen.

---

[1] Vgl. J. Böhm 1895: Ein Ausflug ins *Plessurgebirge*.

Schon im stratigraphischen Teil wurde kurz darauf hingewiesen. Es ist einmal die Ausbildung des Lias in Adnether Facies, die der Aufbruchzone vollständig fremd ist, und dann das vollständige Fehlen ophiolithischer Gesteine, die gerade ein so ausgesprochenes, wenn auch für den Geologen und Aelpler wenig erfreuliches Merkmal der stärkst gestörten Zone bilden.

Nördlich des Keilstückes *Parpaner Weisshorn-Tschirpen* und westlich der *Strela-Amselfluhfalte* kommen wir dann in ein Gebiet von ganz anderem Bau. Auch orographisch prägt sich der Gegensatz scharf aus. Es fehlen die zusammenhängenden Ketten, die Berge von annähernd gleicher Form. An ihrer Stelle erblicken wir ein unruhiges, unübersichtliches Bergland, dem sozusagen die Leitmotive fehlen — *„Die Aufbruchzone."*

In unregelmässigen, verschiedenartig contourierten Linien steigt diese Gegend, das Hochplateau, wie es schon genannt wurde, von *Arosa* nach Nordwest allmählich empor, um in den sanften Gipfeln *Brüggerhorn, Arosaer Weisshorn* und *Plattenhörner* seine höchsten Erhebungen zu finden, die dann in unerwartet schroffen und wilden, terrassendurchsetzten Wänden jäh und unvermittelt gegen das *Urdenthal* abbrechen.

Diese Wände lassen natürlich den Aufbau dieser Berge sehr gut erkennen und bieten ausgezeichnete Querschnitte (Taf. XI No. V); dafür ist auf dem ganzen östlich gelegenen, plateauartigen Lande die geologische Beobachtung um so mehr erschwert, einmal durch eine weitgehende Moränenbedeckung und dann durch grosse Massen jungen Eruptivmaterials; dazu kommt in den tieferen Regionen eine ausgedehnte Wald- und Wiesenbedeckung.

Legt man an der Hand einer geologischen Specialaufnahme, die fast überall und ausnahmslos Nordost—Südwest-Streichen und 20°—50° südöstliches Fallen der Schichten ergiebt, Querprofile durch dieses Gebiet, mag das nun sein wo es will, so bekommt man zunächst ein Bild, dem man vollständig hoffnungslos gegenübersteht.

Fast durchgängig liegen in grandioser Ungesetzmässigkeit Schichten oder Schichtcomplexe verschiedenalteriger Gesteine aufeinander.

Kaum je trifft man mehr als zwei, höchstens einmal drei zusammenhängende Schichtglieder im normalen Verbande — und auch in diesem Ausnahmefalle stets in mehr oder minder reducierter Mächtigkeit. Ein Beispiel möge dies erläutern: Die etwa 2000 m messende Profillinie (Taf. XI No. V, VI) von der *mittleren Sattelalp*

durch das *Arosaer Weisshorn* bis zum *Urdenthal* trifft folgende Gesteinselemente:

1. Serpentin.
2. Kristallines.
3. Liasschiefer.
4. Dolomit.
5. Buntsandstein.
6. Dolomit.
7. Liasschiefer.
8. Kristallines.
9. Dolomit.
10. Kristallines.
11. Dolomit.
12. Kristallines.
13. Buntsandstein.
14. Dolomit.
15. Liasschiefer.
16. Dolomit.
17. Liasbreccie.
18. Rhät.
19. Dolomit.
20. Serpentin.
21. Radiolarit.
22. Liasbreccie.
23. Liasschiefer.
24. Dolomit.
25. Lias.
26. Dolomit.
27. Lias.
28. Flysch.

Nehmen wir eine andere Linie: Vielleicht vom Fusse des *Tschirpen* über das *Hörnli* weg durch das *Plattenhorn* bis ins *Urdenthal* (1800 m Länge) (Taf. XIII No. III). Es folgen nach einander:

1. Kristallines.
2. Lias.
3. Radiolarit.
4. Kristallines.
5. Lias.
6. Serpertin.
7. Dolomit.
8. Lias.
9. Dolomit.
10. Kristallines.
11. Lias.
12. Radiolarit.
13. Serpentin.
14. Kristallines.
15. Lias.
16. Spilit.
17. Lias.
18. Kristallines.
19. Lias.
20. Kristallines.
21. Radiolarit.
22. Serpentin.
23. Lias.
24. Kristallines.
25. Dolomit.
26. Lias.
27. Dolomit.
28. Lias.
29. Dolomit.
30. Lias.
31. Dolomit.
32. Lias.
33. Schutt.
34. Flysch.

Versucht man dann in solchen Profilen die einzelnen Elemente nach dem Schema eines Faltengebirges zu verbinden, so tritt sofort das Unnatürliche eines solchen Versuches hervor. Wohl lassen sich natürlich die einzelnen Schichtglieder in ein Faltenschema pressen,

nur fallen ganz unregelmässig bald weniger, bald mehr, bald alle Teile des Hangenden, des Liegenden oder gar beider Schenkel der einzelnen Falten fort — müssten als zerdrückt bezeichnet werden.

Dazu kommt die Schwierigkeit, dass man nie weiss, ob und wo in den einzelnen Gesteinscomplexen Verdopplungen vorliegen.

Sieht man dann, dass auf verschiedenen Profillinien, die nur in wenig hundert Meter Abstand parallel gezogen wurden, verschiedene Bilder erscheinen, beginnt man die Schichten in ihren Streichen zu verfolgen und findet dabei, dass sie sich nur selten über einigermassen längere Strecken verfolgen lassen, oft schon nach wenigen Metern auskeilen, so wird die Unmöglichkeit evident, in diesem Gebiet mit dem Schema des Faltenbaues eine befriedigende Erklärung geben zu wollen.

Die Einsicht, dass es sich hier um eine Zone wild durcheinander ge-

Fig. 18. Naturlänge der Ansicht ca. 250 Meter. Der Gipfel des Brüggerhornes von Norden. (Nach einer Photographie des Verfassers.) Zeigt die Complication des Aufbaues dieses Gipfels. Die Grenzen der einzelnen Schollen sind nur da ausgezeichnet, wo dieselben wirklich beobachtet wurden. Die untergeordnete Betheiligung der Cenoman-Breccie ist nur scheinbar, resp. lokal.

schobener, bald grösserer, bald kleinerer schuppenartiger Schollen handelt, die Kartenblättern ähnlich durcheinander gestochen wurden, drängt sich ganz von selbst auf. Sie wird fast zur Gewissheit, so bald man die Verhältnisse am *Brüggerhorne* studiert. Das nebenstehende Bildchen giebt eine Skizze des Berges im Massstabe ca. 1 : 1250. Aehnlich ist aber der ganze Berg gebaut. Man ist versucht von einer Riesenreibungsbreccie zu sprechen, deren einzelne Componenten gigantische Dimensionen angenommen haben (Taf. XI No. VII).

Besonders aufdringlich wird dieser Vergleich bei der Betrachtung mancher der grossen Steinblöcke, die auf dem Ostabhange des *Brüggerhornes* liegen, und die zum Teil aus einzelnen Stücken von zwei bis drei Kubikmeter gradezu zusammengeschweisst erscheinen.

Block aus der Quetschzone des Brüggerhornes.

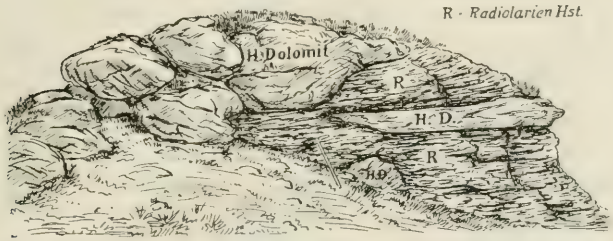


Fig. 19. Block am Ostabhang des Brüggerhornes. Länge ca. 6 m. (Nach Photographie des Verfassers.)

So zeigt nebenstehende Skizze einen solchen aus Hauptdolomit und Radiolarit in innigster Verknetung bestehenden Block.

Der Versuch, in diese ganze Zone irgend welche Gesetzmässigkeit künstlich hineinzubringen, scheint mir den Verhältnissen direkt Zwang anzuthun. Nur eine Norm scheint ziemlich constant zur Erscheinung gekommen zu sein:

Dort, wo diese Zone in den steilen Abstürzen des *Brüggerhornes*, *Arosaer Weisshornes* und *Plattenhornes* etc. gegen Westen ihr Ende findet, scheint die Basis dieses Deckgebirges fast ausnahmslos nur aus Hauptdolomit und liassischen Gesteinen, oft in vielfacher, schuppenförmiger Wiederholung zu bestehen.

Im Oberflächenrelief tritt dieser Wechsel zwischen dem harten Hauptdolomit und dem durchgängig weichen Liasschiefer sehr auffällig hervor in dem terrassenförmigen Aufbau dieser Steilwände.

Weiter nach Norden, in der Gegend der *Churer Ochsenalp* und des *Wolfsbodens* sowie gegen den *Pretschwald* zu scheint auch diese

Regelmässigkeit zu verschwinden. Jedoch ist zu bemerken, dass einmal der direkte Contact zwischen Schub- und Basalgebirge überall entweder durch Schutt oder durch Vegetation verdeckt ist, und dass wir zweitens wahrscheinlich nirgends den ursprünglichen Stirnrand der Ueberschiebungsdecke vor uns haben, der hier durch Erosion schon ziemlich beträchtlich nach dem Osten zurückverlegt ist.

Sobald wir dann von Osten, von *Arosa*, kommend die steilen Westabhänge von *Brüggerhorn*, *Arosaer Weisshorn*, *Plattenhorn* usw. hinter uns haben, befinden wir uns sofort in einem landschaftlich anders aussehenden Gebiet. Die Hauptüberschiebungsfläche ist orographisch recht schön sichtbar (Taf. XI No. V, VI, VII).

Es ist eine ziemlich ebene Fläche mit ca. 30° südöstlichem Einfallen, die sich nach Norden ganz allmählich senkt. An den Felsen

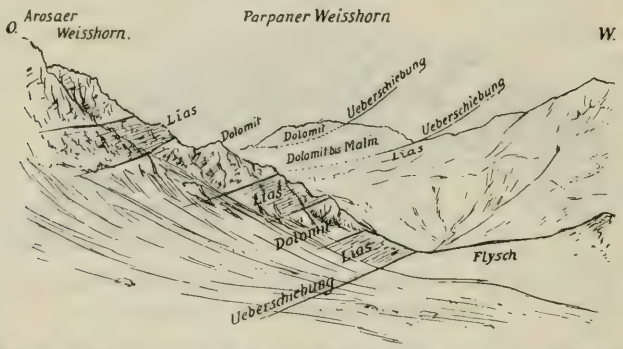


Fig. 20. Skizze der Schuppen des Arosaer Weisshorns sowie der Ueberschiebungen des Parpaner Weisshorns. Die Hauptüberschiebung (über Flysch) nur im Vordergrunde sichtbar. Gez. nach einer Photographie des Verfassers.

von *Capetsch* (2280) kann man sehr gut die Ueberschiebungsfläche unter den steilen Westfelsen des *Arosaer Weisshornes* heraustreten sehen und den eigentümlichen Contrast zwischen der vorliegenden Flyschlandschaft und den Dolomitklippen der Aufbruchzone beobachten.

Westlich der *Inneren Urdenalp*, zwischen *Alpstein* und *Parpaner Schwarzhorn*, liegt die Ueberschiebungslinie etwa 2275 m hoch. Die Grenze zwischen den beiden „Gebirgen" springt an der Erosionsfurche des *Urdenthals* ziemlich weit nach Süden zurück — bis zu dem Felsriegel vor dem *Urdensee!* — und senkt sich dabei contiunierlich bis ca. 2160 m, läuft dann zunächst etwas ansteigend (weil nach Westen wieder vorspringend) über die Felsen *Capetsch* (2250) weg im flachconvexen Bogen nach Nordosten bis zum *Pretsch-*

walde, dabei sich langsam senkend bis 1440 m, springt dann an dem grossen Erosionsthal der *Plessur* tief nach Süden zurück und erreicht ihren tiefsten beobachtbaren Punkt bei dem Orte *Rüti* 1380 m. Auf der östlichen Thalseite geht sie wieder nach Norden, natürlich dabei ansteigend. Ein Blick auf das Uebersichtskärtchen trägt übrigens mehr zur Erkenntnis dieser Verhältnisse bei als viele Worte dies thun können. Die Consequenzen, die sich aus diesem Verlauf der Ueberschiebungsfläche für die Stellung der Schiefer in 1700 bis 2000 m Höhe vom *Plessurthale* unterhalb *Arosas* ergeben, habe ich bereits im stratigraphischen Teil im Capitel „Flysch" besprochen.

Recapitulierend möchte ich nur noch einmal darauf hinweisen, dass es äusserst unwahrscheinlich ist, dass wir in den Schiefern unterhalb *Arosa* Partien des basalen Gebirges zu erblicken haben.

Dass durch die Schollenmasse der Aufbruchzone auch hier und da einige grössere Querverschiebungen gehen neben den ungezählten kleinen und kleinsten zwischen den einzelnen Schollen, ist eigentlich a priori schon wahrscheinlich. Nur ist natürlich bei der geschilderten Complication des Baues ein genauer Nachweis und ein genaues Verfolgen ausserordentlich erschwert.

Als Beispiel für die ungeheure Verwicklung im Bau wurde schon oben das Profil durch das dreigipfelige *Plattenhorn* herangezogen.

Wenn man jeden dieser drei nahe zusammenliegenden Gipfel detailliert untersucht, bekommt man dreimal ungefähr dasselbe Bild der Zusammensetzung. Bloss ist der zweite und dritte Gipfel, von Süden gezählt, jeweils um rund 50 m gegen den vorliegenden nach Westen verschoben. Dabei haben die Schichten des südlichsten Gipfels Südfallen, die des mittleren südsüdöstliches, die des nördlichen südöstliches; und es macht den Eindruck, als hätte das Umbiegen der Streichrichtung die Zerreissungen veranlasst.

Ebenso scheint quer über den *Carmennapass* zwischen *Plattenhorn* und *Arosaer Weisshorn* eine ziemlich ausgedehnte Blattverschiebung zu liegen.

Auf der Passhöhe wenigstens sieht man eine ziemlich ausgedehnte Scholle kristallinen Gesteines des *Plattenhornes* unmittelbar an den Dolomit des *Weisshornes* stossen. Diese Verschiebung würde dann auch die Unterbrechung der Wandflucht *Plattenhorn-Weisshorn* am *Carmennapass*, sowie das auffallende Vorspringen des *Weisshornes* erklären.

Die tektonische Deutung der Verhältnisse im Plessurgebirge.

Die ersten, naiv beobachtenden Forscher, die diese Gegenden besuchten, ESCHER, STUDER, THEOBALD, sie, die den ungeheuren Vorteil hatten, vorurteilsfrei, unbeeinflusst von selbstgefasster oder angelernter Meinung beobachten zu können, sie hielten natürlich alles, was sie sahen, für anstehendes im Untergrunde wurzelndes Gebirge.

STEINMANN prägte das Wort *„Aufbruchzone"*; er fasste das Gebiet von *Arosa* etc. auf als direkte Fortsetzung der normalen östlichen, in der Tiefe wurzelnden, anstehenden Falten, gewissermassen als die letzte, weit über das angrenzende Schieferland vorgeschoben liegende Falte, die bei diesem tektonischen Prozess zerstückelt, zerbrochen und zerknittert wurde, wobei vielfach ihre tiefsten, kristallinen Teile sichtbar wurden, ja sogar oft sich an der Zusammensetzung der Gipfel beteiligten.

JENNINGS konnte in seiner Arbeit über die Umgegend von *Davos* zu keinem anderen Resultate gelangen, und auch ich schliesse mich dieser Auffassung vollständig an und habe nichts gesehen, was mich veranlassen könnte, eine andere Deutung der vorliegenden Verhältnisse zu versuchen.

Im schroffen Gegensatze befinde ich mich dadurch mit der Auffassung ROTHPLETZ' und LUGEONS, welche das gestörte, dem Schiefervorlande aufruhende Bergland als losgelöste weithergeholte Masse deuten.

Mit STEINMANN und JENNINGS erblicke ich also in der Aufbruchzone des *Plessurgebirges* eine mit dem anstehenden Gebirge ostalpinen Charakters im Osten zusammenhängende, durch einen Faltungsprocess über das Flyschvorland geschobene Masse, deren Ueberschiebungsausmass ich mit Rücksicht auf den nördlich anschliessenden *Rhätikon* und mit Rücksicht auf die beobachtbare Neigung der Ueberschiebungsfläche auf mindestens drei, vermutlich auf nicht mehr als höchstens fünf Kilometer schätze, dabei ausgehend von dem jetzigen Stirnrande der Ueberschiebungsdecke.

Benutzte Arbeiten.

Ball 1897. „The serpentin and associated rocks of *Davos*“, Zürich, Dissertation.

Blaas 1902. „Geolog. Führer durch *Vorarlberg* und *Tirol*.“

Bodmer-Beder 1898. „Ueber Olivindiabase aus dem *Plessurgebirge*“, Neues Jahrb. Beilg. Bd. XVI, S. 238 f.

Böse 1895. „Triasglieder in *Tirol*“, Verh. d. k. k. g. R.-A.

J. Böhm 1895. „Ein Ausflug ins *Plessurgebirge*“, Z. d. D. G. G.

Bittner 1894. „Ueberschiebungserscheinungen in den Ostalpen“, Verh. d. k. k. g. R.-A.

Diener 1888. „Südwestliches *Graubünden*“, Stzbr. d. Ak. Wien.

Dittmar 1864. „Contorta-Zone“, München.

Escher und Studer 1839. „Geologie v. *Mittelbünden*“, Denkschrift d. Naturf. Gesellsch. d. Schweiz.

— 1853. „Geologische Karte der *Schweiz*.“

Heim. „Geolog. Karte der *Schweiz*“, Blatt XIV.

Jennings 1899. „The Geology of the Davos *District*“, Quart. Journ. Geol. Soc. vol. 55.

Imhof 1891. „Itinerar des S. A. C.“, 1890—91, *Plessurgebirge*.

Lorenz 1900. „Monographie des Fläscherberges.“

— 1901. „Geologische Studien im Grenzgebirge zwischen helvetischer und ostalpiner Facies“, Berichte der naturf. Gesellsch. Freiburg i. B., Bd. XII 1901 Heft 1.

v. Mojsisovics 1892. „Beiträge zur Altersbestimmung einiger Schiefer- und Kalkformationen der östlichen *Schweizer Alpen*“, Verhandl. R.-A.

v. Richthofen 1859. „Kalkalpen v. *Vorarlberg* und *Nordtirol*“, Jahrb. d. k. k. g. R.-A.

Rothpletz 1895. „Ueber das Alter der Bündner Schiefer“, Z. d. D. G. G.

— 1900. „Geologische Alpenforschungen.“

Quereau 1893. „Klippenregion von *Iberg*“, Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, XXXI. Lief.

Steinmann 1895. „Geolog. Beobachtungen in den *Alpen*.“

— 1897. „Das Alter der Bündner Schiefer.“

Studer 1837. „Die Gebirgsmassen zwischen *Chur* und *Davos*“, Bd. I d. Denkschrift f. d. schw. naturf. Gesellsch.

Tarnuzzer 1891. „Der geologische Bau des *Rhätikongebirges*“, Jahrb. d. naturf. Gesellsch. Graubündens, Bd. XXXV.

— 1893. „Wanderungen in der *Bündner* Trias“, Jahrb. d. naturf. Gesellsch. Graubündens, Bd. XXXVI.

THEOBALD 1860. „Zur Kenntnis des Bündner Schiefers", Jahrb. d. naturf. Gesellsch. Graubündens. Chur 1860.

— 1863. „Geologische Beschreibung der nordöstlichen Gebirge *Graubündens*." Neuenburg 1863.

— 1864. „Geologische Karte der *Schweiz*", Blatt XV (Davos und Martinsbruck).

— 1864. „Geologische Beschreibung *Graubündens*."

WÄHNER 1902. „Das *Sonnblick-Gebirge* — ein Typus alpinen Gebirgsbaues."

Tafelerklärung.

Tafel IX.

Als Uebersicht über die bisher besprochenen stratigraphischen Elemente mag die schematische Zusammenstellung der Schichtfolge im *Plessurgebirge* südöstlich des Schiefervorlandes dienen.

Es ist der Versuch gemacht, durch Einteilung in verticaler Richtung die Beteiligung der einzelnen Formationen an dem Aufbau der drei von mir im *Plessurgebirge* unterschiedenen Regionen zur Anschauung zu bringen.

In der *Zone normaler Faltung* treffen wir die im stratigraphischen Teil der Arbeit behandelte Schichtfolge vom Kristallinen bis zum Malm. Letzterer ist überall durch Erosion verschwunden, im östlichen Teil ging die Abtragung tiefer und umfasst auch noch Lias, Rhät und Hauptdolomit. Nur die Raibler-Schichten und der Buntsandstein scheinen diesem Gebiet primär zu fehlen.

Gleichzeitig soll die Transgression über den kristallinen Untergrund dargestellt sein. Wo uns in der *Zone normaler Faltung* Liasrestchen begegnen, haben wir es stets mit einer Ausbildung Adnether Facies, also einem Tiefseesediment zu thun.

In dem *Zwischenstück des Parpaner Weisshornes* kenne ich als älteste Ablagerung Rauhwacke II, darüber die ganze Folge bis zum Radiolarit, zum Teil bereits vertreten durch Kalkmergel.

In der *Aufbruchzone* treffen wir als ältestes Sedimentgestein durchgehends den Hauptdolomit, nur in einzelnen Depressionen, wie es scheint, ist Buntsandstein zur Entwicklung gelangt. Als neues Element begegnet uns die Cenomanbreccie, eine locale Brandungsbreccie; die Vertretung des Radiolarit durch Kalkmergel und compacte graublaue Kalke („Pretschkalk") nimmt immer grössere Dimensionen an. Das ganze Gebiet ist durchsetzt und durchbrochen von Eruptivgesteinen, die der Uebersichtlichkeit wegen in der Zeichnung vernachlässigt wurden.

Gleichzeitig gestattet diese schematische Zeichnung das Ablesen einer anderen, etwas mehr hypothetischen Beobachtung. Wir sehen die Linie stärkster Störung zusammenfallen mit einer ausgesprochenen Transgressionsgrenze, gewissermassen als hätte die Zerstückelung der Sedimentdecke an dem ersten Orte geringeren Widerstandes eingesetzt.

Tafel X.

Tektonische Kartenskizze des Plessurgebirges um Arosa im Massstabe 1:60000. Eingetragen sind die vier von mir unterschiedenen Gebiete: Strela-

Amselfluhkette, Parpaner Keilstück, Aufbruchzone und Schiefervorland. Die Profiltracen sind durch schwarze Linien angegeben und mit römischen Ziffern bezeichnet. Zu Grunde gelegt sind dieser Kartenskizze die Blätter 418 und 422 des Siegfriedatlasses im Massstab 1:50000.

Tafel XI, XII, XIII.

Specialprofile durch das Plessurgebirge um Arosa. Längen und Höhen stets im gleichen Massstab. Massstab bei jedem Profil angegeben. Die Lage der Profillinien ist ersichtlich aus der Einzeichnung auf dem Uebersichtskärtchen (Taf. X).

Aus zeichnerisch-technischen Gründen sind die Profile ein wenig schematisiert worden. Natürlich setzen in einem so complicierten Gebiet, wie es uns im Plessurgebirge vorliegt, die Schichten nicht mit derartig geraden Linien aneinander ab. Ebensowenig wie dies zeichnerisch zum Ausdruck gelangte, sind auch die kleinen secundären Stauchungen, Fältelungen und Zerreissungen innerhalb der einzelnen Gesteinsschichten wiedergegeben worden.

Ausser im Gebiete relativ normaler Faltung, der Strela-Amselfluh-Leidfluhkette, war es nicht möglich, die Profile auch nur einigermassen in die Tiefe gehen zu lassen, da abgesehen von einzelnen wenigen, senkrecht zum Streichen stehenden Aufschlüssen kaum anders als vermutungsweise die Erstreckung der Schichten in verticaler Richtung sich erschliessen lässt.

Tafel XIV.

Die Ansicht des *Plessurgebirges* auf Tafel XIV ist eine Skizze nach einer photographischen Panorama-Aufnahme des Verfassers.

Der Standpunkt der Aufnahme ist eine kleine Anhöhe (ca. 1900 m) unmittelbar nördlich des Dorfes *Maran* oberhalb *Arosas*; die natürliche Länge des dargestellten Gebirgsbogens beträgt beiläufig 13 Kilometer.

Zu seinen Füssen sieht der Betrachter eine hügelige, unregelmässig contourierte Landschaft, grösstenteils mit Moränen bedeckt oder von Wiesen und Wald überkleidet. Wo Aufschlüsse vorhanden sind, wie namentlich unterhalb der Steilwände von *Furkahorn*, *Schafrücken*, *Tschirpen* etc., enthüllen sie ein auf den ersten Blick sehr schwer entwirrbares Bild des geologischen Aufbaues. Dies ganze — bis zu der gestrichelten Linie reichende — Gebiet ist die „*Aufbruchzone*".

Jenseits des tiefen Thales der *Plessur* haftet das Auge dann gerne an den imposanten Wänden geschlossener Bergketten. Es ist einmal die Doppelkette *Strela-Amselfluh-Leidfluh* und zweitens die Kette *Schafrücken* bis *Erzhorn*.

Die *Strela-Amselfluh*kette stellt, wie wir wissen, eine liegende Falte dar. Demgemäss sehen wir an der östlichen Bergreihe (*Amselfluh, Valbellahorn, Sandhubel*) normale Profile von dem Verrucano bis zum Wettersteindolomit und in der westlichen verkehrte Schichtfolge von Verrucano der Centraldepression zwischen den Ketten bis zum Hauptdolomit, der den Hauptanteil der Steilwände der Berge *Thiejerfluh, Furkahorn, Schiesshorn* und *Leidfluh* bildet.

Die Kette *Schafrücken-Erzhorn* ist, wie in den vorliegenden Blättern ausgeführt wurde, der aufsteigende Schenkel einer nächsten Falte, nur am *Erzhorn* treten noch secundäre Fältelungen auf.

Im äussersten Südwesten, sehr verkürzt, erblickt man dann das *„Parpaner Zwischenstück“*. Am *Tschirpen* ist bloss die untere der beiden Schuppen dieses interessanten Gebirgsteiles, aus Hauptdolomit und Kössner Schichten bestehend, sichtbar; am *Parpaner Weisshorn* erscheint über den Kössner Schichten nochmals der Dolomit der oberen zweiten Schuppe.

Zwischen *Erzhorn* und dem *„Zwischenstück“* erscheinen dann noch einige Spitzen (*Arosaer Rothorn* und *Aelplihorn*), die aus kristallinem Grundgebirge bestehen und tektonisch die direkte Fortsetzung der *Erzhornkette* sind, die nur ihrer Sedimentärdecke beraubt wurden und nun durch ihre gerundetere Urgebirgsform im deutlichen Contrast mit den wilden Dolomitwänden der anderen Berge stehen.

Die Reste eines neolithischen Gräberfeldes am Kaiserstuhl.

Von

Privatdocent Dr. **Eugen Fischer.**

Die allerletzten Jahre brachten eine Menge Untersuchungen und Beobachtungen über Siedelungs- und Gräberreste aus der sogenannten jüngeren Steinzeit. Eifrig ist man dabei, die Rätsel, die uns jene Ueberreste aufgeben, zu lösen, eine chronologische Gliederung, eine Deutung und Erklärung der verschiedenen kulturellen Typen zu geben.

Entsprechend diesem regen Interesse wuchs auch die Zahl der Funde aus jener Zeit. Ich möchte in folgenden Zeilen ebenfalls über einen solchen aus derselben Zeit berichten, möchte mich aber auf theoretische Erörterungen nicht einlassen, ebensowenig zur Frage Stellung nehmen, ob eine Gliederung des betr. Zeitraumes auf Grund verschiedener Typen der Keramik möglich ist (Köhl) oder nicht (Schlitz, Reinecke u. a.) — mein Material ist viel zu dürftig, um da mitentscheidend gelten zu können. Aber eben als Material — dazu aus einer Gegend stammend, die bis jetzt solches noch nicht lieferte — möchte ich meine Fundstücke durch genaue Beschreibung und Abbildung zugänglich machen und damit indirekt an der Förderung jener Probleme helfen. Auf die Litteratur werde ich im Genaueren nicht eingehen, wenn ich an die zahlreichen und wichtigen Arbeiten Köhls, besonders im „Korrespondenzblatt", an diejenigen von Schlitz, von Reinecke, Götze u. a. erinnere (bei Reinecke siehe die Litteratur und Funde zusammengestellt, Westdeutsche Zeitschr. XIX 1900) dürfte das meinen Zwecken genügen.

Der Fund wurde zufällig gemacht. Der Landwirt Wiedemann (jung) in Bischoffingen fand beim Pflügen schon sehr oft Knochenreste, kürzlich ein Steinbeil und brachte dieses ins hiesige geologische Institut. Ich bin Herrn Hofrat Prof. STEINMANN zu grossem Danke verpflichtet, dass er mich auf diesen Fund aufmerksam machte und ihn mir überliess. Ich beschloss, genauere Grabungen vorzunehmen. Der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg möchte ich auch an dieser Stelle danken, dass sie mich finanziell reich unterstützte, den Herren Wiedemann, Vater und Sohn, muss ich Dank sagen, dass sie gegen angemessene Vergütung mich auf ihrem Acker graben liessen und eifrigst förderten.

Das freundliche Dörfchen Bischoffingen liegt an der Westseite des Kaiserstuhles, umrahmt von dessen rebenbesetzten Hügeln, sonnig und warm in einer kleinen Thalmulde, noch an den Berghang anlehnend; etwa eine Stunde westlich davon zieht der Rhein. Diese schönen warmgelegenen Hänge hatten nun offenbar auch schon in jener von uns als Neolithicum bezeichneten Zeit zur Besiedelung angelockt. Die Reste der Wohnungen, des steinzeitlichen „Dorfes" fand ich nun nicht, wohl aber eine der Ruhestätten seiner Bewohner. Gerade kürzlich hat Prof. PFAFF bei Heidelberg reiche Funde von Resten steinzeitlicher Siedelungen gemacht, die sich ja wohl an viele andere Funde am Neckar und in der ganzen pfälzischen Rheinebene anschliessen. Aus Südbaden, aus dem Breisgau sind neolithische Funde, sicher Gräberfelder meines Wissens noch nicht bekannt.

Wohl also zur selben Zeit, wo jene Gegenden, besonders um Worms, so dicht bewohnt waren, bestanden auch am Oberrhein Ansiedelungen, deren Kultur, soweit meine dürftigen Funde sprechen, mit jenen übereinstimmt. Gerade im Hinblick auf die geographische Verbreitung solcher Niederlassungen erscheint mir mein Fund recht erfreulich.

Das Grabfeld liegt am westlichen Ausgang des vorhin genannten Dorfes Bischoffingen, im Gewann Breitenfeld; der betr. Acker zieht sich allmählich am Berge hinan, oben begrenzt von der nach Jechtingen führenden Strasse. Die Nachbaräcker liegen alle etwas tiefer — sie wurden nach Angabe der Leute vor einigen Jahren um soviel abgetragen. Eine systematische Durchgrabung des ganzen Ackers ergab in dessen unteren zwei Dritteln eine grosse Menge schwarzer dicker Thonscherben, eine bedeutende Zahl Knochenstücke, bestehend aus kurzen Trümmern (wo erkennbar) mensch-

licher Knochen, alles im ganzen Gebiet zerstreut. Weiter wurden hier die unten zu beschreibenden Steingeräte ebenfalls einzeln zerstreut zu Tage gefördert. Ich gab die Hoffnung, ausser diesen zerstörten Resten etwas Brauchbares zu finden, bereits auf, als wir im oberen Teil des Ackers doch noch auf unverletzte Gräber stiessen. Das Vorhandensein dieser völlig intakten Hockergräber (um solche handelte es sich) im oberen (höchsten) Teil des Ackers macht es mir fast sicher bewiesen, dass die zerstreuten Knochen im unteren Teil die durch tiefere Beackerung zerstörten Reste eines Grabfeldes sind. Dass im oberen Teile sich Gräber unversehrt erhielten, danke ich wahrscheinlich dem Vorhandensein einer Reihe von Kirschbäumen, welche den Rand des Ackers (an der Strasse) einnehmen. Im Bereich der weithin sich verzweigenden feinen, äussersten Wurzelenden dieser Bäume war nie tief gegraben worden, auch jetzt wurde nur unter Bedauern seitens des Besitzers bis in deren Bezirk eingegangen. Wie weit sich das Grabfeld nach rechts und links hinzog, kann ich nicht sagen, die Nachbaräcker waren mit Saat bestellt, so dass ich nicht graben konnte. Dass sie früher einmal etwas abgetragen wurden, mindert die Aussicht auf erfolgreiche Nachforschung bedeutend.

Bis jetzt fand ich folgendes: Etwa 60 cm unter der Oberfläche lagen ohne jede Andeutung einer Grabwand die Skelette; etwa 20 bis 30 cm ist die Höhe des dunkelbraunen oberflächlichen Humus, unter ihm folgt gelber, weicher, trockener Löss. In diesem Löss eingebettet ruhen die Skelette in typischer Stellung als „liegende Hocker". Steine oder Spuren, wo einst die Wand der gegrabenen Grube war, liessen sich nicht finden; der einzige Unterschied im Boden war der, dass die Farbe der Lösserde unmittelbar um das Skelett herum etwas dunkler, brauner war als sonst. Skelette solcher Hocker waren es vier.

Alle lagen mit dem Kopfe nach Osten, mit dem Gesicht nach Süden, also auf der linken Seite; die Beine waren in Hüft- und Kniegelenk stark gekrümmt, die Arme ebenso im Ellenbogengelenk, die Hände lagen vor dem Gesicht, kurz, es war die typische Lage; statt einer Abbildung verweise ich auf die verschiedenen derartigen Abbildungen, welche Köhl gegeben (z. B. Korrespondenzbl. 1900 S. 139, 140, 141). Dadurch, dass die langen Röhrenknochen, welche ziemlich mürbe waren, noch genau in der richtigen gegenseitigen Lage ruhten, ist sicher bewiesen, dass es sich um völlig unberührte Gräber handelt.

Zwei lagen nebeneinander, etwa fünf Schritte voneinander entfernt (*b* und *c* genannt); die zwei anderen lagen weiter oben (und nördlich) davon, ebenfalls wieder nebeneinander und in gleicher Entfernung unter sich (*a* und *y*).

Es sind also dadurch zwei (recht spärlich belegte) Reihen angedeutet. Irgend welche Beigaben hatten diese Skelette nicht, keine Schmucksachen, keine Geräte oder Scherben, auch von Asche oder roter Farbe war nichts zu finden. Oberhalb des Kopfes eines der beiden letztgenannten Skelette lag ein anderes quer zu diesem (*x*), mit dem Kopf nach Südosten, in der Hüfte winklig abgeknickt, mit den Beinen also nach Südwesten. Noch etwas nördlich von diesem lag nach Aussage Herrn Wiedemanns noch ein Skelett (*z*), ebenfalls gestreckt; bei dessen Ausgrabung war ich nicht anwesend. In der Hand dieses Skelettes lag ein etwa 5 cm grosser Feuerstein, rings mit länglichen Bruchflächen versehen, wie die Nuclei sie aufweisen. Ein kleines, ganz rohes Feuersteinmesserchen lag in der Nähe. Die beiden letztgenannten Skelette sind etwas oberflächlicher gelagert, wohl von einer anderen Beisetzung stammend wie die „Hocker". Gleichweit von einem dieser Skelette und dem einen Hockerskelett lag eine gut erhaltene Urne; bei der Herausnahme zerbrochen, liess sie sich wieder zusammenfügen, ihre Verzierung zeigt, wie die unten folgende Beschreibung lehren wird, Spiralbandtypus.

Im Anschluss an diesen Fundbericht möchte ich nun die Fundstücke kurz schildern.

Steingeräte sind als Meissel und durchlochte Hämmer vorhanden. Die Meissel sind typische Breitmeissel. Die Bestimmung des Gesteines zu übernehmen, hatte Herr Medizinalrat Dr. SCHULTZE die grosse Güte; ich möchte ihm dafür auch an dieser Stelle meinen allerherzlichsten Dank sagen. Nach seinen liebenswürdigen Mitteilungen bestehen die Meissel und Hämmer aus ausserordentlich festem, zähem Gestein. Von den Meisseln sind drei aus eigentümlichem, graugrünem, quarzitischem Amphibolgestein hergestellt. (Von Quarz und Magnetit durchsetztes Filzwerk von grünem Amphibol.) Dieses Material ist sehr schwer schleifbar, ausserordentlich dauerhaft. Nur ein Meissel ist aus weniger resistentem Gesteine hergestellt, er ist basaltischer Natur, dicht, schwarz. Von den Hämmern bestehen die zwei grossen (siehe unten) aus schönem, grünem, serpentinisiertem Gestein (nicht eigentlicher Serpentin) einer Vereinigung von Serpentin, Magnetit, Limonit etc. — auch dieses Material sehr widerstandsfähig und zäh. Der kleinste Hammer dagegen ist ein relativ weicher,

dunkelgrauer, unreiner, eckige Quarzkörner enthaltender Kalkstein. — Das ganze Material mag aus den vom Rhein ans Ufer geschleppten Gesteinen ausgelesen sein, so dass über dessen genauere Herkunft sich nichts vermuten lässt; mit sehr grosser Sachkenntnis und Sorgfalt scheinen gerade bestimmte (nicht häufige) Gesteinsarten bevorzugt worden zu sein.

Die Breitmeissel zeigen folgende Eigentümlichkeiten:

Die Form ist aus Fig. 1 zu ersehen, sie weicht von bekannten Formen nicht wesentlich ab. Die Schneide ist ausserordentlich scharf und genau gearbeitet, von der Fläche gesehen, nie ganz symmetrisch. Von den beiden Flächen ist eine sehr stark gebogen, die andere flach, etwa in der Art wie bei einem länglichen Brot-

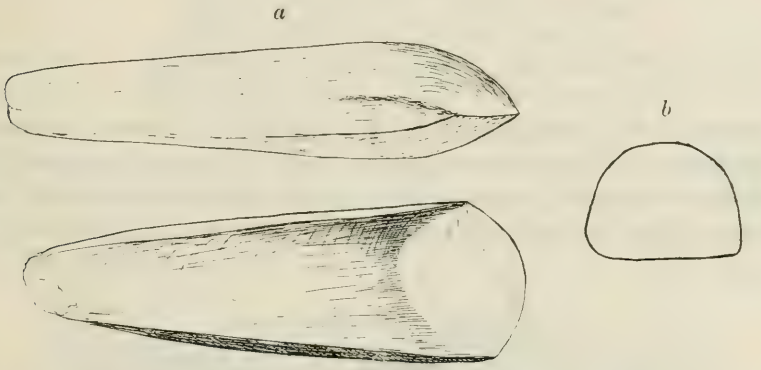


Fig 1. a) Seiten- und Flächenansicht. b) Querschnitt. 1/2 nat. Grösse.

laib (siehe Querschnitt). Die gewölbte Seite ist ohne weitere Kunsthilfe die gewölbte und durch das Rollen im Wasser mit natürlicher, glänzender Politur versehene ursprüngliche Oberfläche bezw. Aussenseite eines länglichrunden Steines, von dem der Meissel abgespalten wurde. Die Spaltfläche wurde künstlich poliert und ist die jetzige flache Seite. Gewisse Unebenheiten und die Form der gewölbten Fläche lassen jenen Schluss zu. Solcher Beile hatte ich fünf, von denen mir leider eines während der Grabarbeit entwendet wurde. Alle haben ganz genau bis in alle Details die gleiche Form, differieren nur in der Grösse von 13 zu 12, zu 11,5, zu 9 cm Länge, und von 3,5 zu 3,5 zu 4, zu 3 cm grösster Breite bei $2^1/_2$—3 cm Höhe. Von diesen Meisseln unterscheidet sich ein kleines flaches Beilchen durch Form und Grösse. Es ist (wie Fig. 2 zeigt) sehr flach, ebenfalls mit sehr schön gearbeiteter regelmässiger Schneide und

sehr glatter Oberfläche, 65 mm lang, 32 breit und 5 dick. Es besteht aus demselben Material wie die grossen Meissel.

Ausser diesen Meisseln oder Beilen sind drei schön polierte durchlochte Hämmer vorhanden. Die Politur ist überall die natürliche, wie sie die Gerölle am Rheinufer alle aufweisen. Der eine dunkelgrüne Hammer, flach, oval, ist 14 cm lang, $8^1/_2$ breit und 4

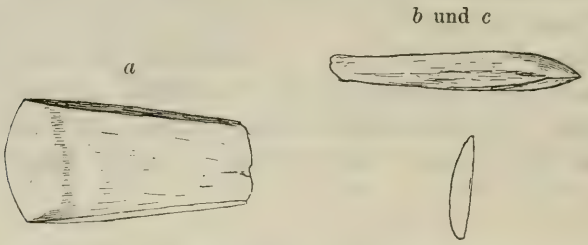


Fig. 2. a) Flächenansicht. b) Seitenansicht. c) Querschnitt. $^1/_2$ nat. Grösse.

dick (Fig. 3). Durch die Mitte geht ein glattes, rundes, nach einer Richtung sich etwas verengendes Loch, es ist mit sehr scharfen Rändern versehen; in seiner Mitte hat es eine unregelmässige, ringförmige Rille auf der sonst glatten Wand. Sein Durchmesser beträgt $2^1/_2$—2 cm.

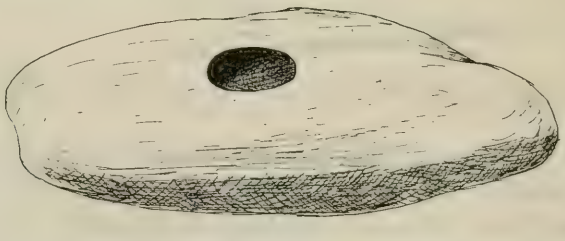


Fig. 3. Seitenansicht. $^1/_2$ nat. Grösse.

Kleiner, aber viel dicker und schwerer ist ein zweiter Hammer (Fig. 4). Er hat etwa die Form eines Herzens (anatomisch). Vorder- und Rückseite, oder Ober- und Unterseite sind etwas abgeflacht; diese Abflachungen sind wohl künstlich anpoliert, alles andere ist die natürliche Oberfläche des Steines, glatt, glänzend, hellgrün mit dunkleren Flecken. Der Klotz ist 10 cm lang, 9 breit, 5 dick. Durch die Dicke geht ein glattwandiges, scharfrandiges Loch, von 22 auf 18 mm Durchmesser sich von einem zum anderen Ende verengend.

Der dritte Hammer, der weiche aus Kalkstein, ist kleiner, er ist flach, etwa linsenförmig, nicht ganz regelmässig; der grössere Durchmesser der Linse ist $8^1/_2$, der andere 7 cm, die Dicke beträgt $2^1/_2$—3 cm. Die Oberfläche ist wohl die ursprüngliche des flachen am Flussufer in dieser Form oft vorkommenden Steines. Durch

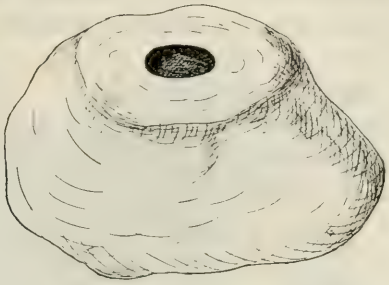


Fig. 4. Seitenansicht. $^1/_2$ nat. Grösse.

die Mitte ist ein 17 mm weites, cylindrisches Loch gebohrt, das auf einer Seite einen sehr scharfen, gut gearbeiteten Rand aufweist, während auf der anderen dieser Rand rundgeschliffen ist, wie man es z. B. am Rand des Loches in Senksteinen an Fischernetzen sehen kann. In der That könnte dieser weichere „Hammer" sehr gut einfach als Senkstein gedient haben.

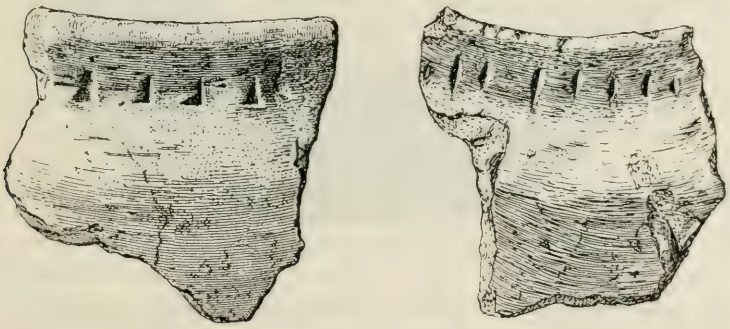


Fig. 5 und Fig. 6. Je $^2/_3$ nat. Grösse.

Das schon erwähnte Feuersteinmesserchen ist rotbraun, 6 cm lang, 2 breit, im Querschnitt dreieckig; es ist roh zugeschlagen und zeigt nichts besonderes, ebensowenig der ca. 5 cm lange und $2^1/_2$ cm dicke Nucleus aus grauweissem Feuerstein.

Die Keramik ist einmal durch viele Scherben aus schwarzem, schlechtgebranntem Thon vertreten. Es sind zum Teil Stücke von

über 1 cm Dicke, aussen rot gefärbt, flach, also von relativ sehr grossen Gefässen stammend, ohne jede Verzierung. Daneben finden sich dünnere Scherben, aussen und innen schwarz; an einzelnen Stücken sieht man den leicht abgesetzten Hals; an seinem Umfang zieht eine Reihe dreieckiger Eindrücke, an einem anderen Stück mehr strich- oder auch punktförmige Eindrücke, während die übrige Fläche glatt ist (Fig. 5 und 6). Ueber zwei kleine Scherben ziehen

Fig. 7. $^2/_3$ nat. Grösse.

gerade, scharf eingeritzte Linien. Dann ist ein grosses Stück, etwa $^1/_4$ einer halbkugeligen, glattrandigen unverzierten Schüssel vorhanden; sie ist aus schwarzem Thon, etwa 8 mm dick, mag 8—9 cm hoch und oben 17—20 cm weit gewesen sein. Auch einige wenige Scherben eines hellgrauen, härteren, klingenden Thones sind vorhanden, aber nur ganz kleine Bruchstücke, eines mit Resten einer Warze (oder Henkelansatz). Von den schwarzen unverzierten Stücken waren sehr grosse Mengen vorhanden; all dies war zerstreut im ganzen Acker. Endlich noch das relativ wohlerhaltene Stück.

Das Gefäss, dessen Form Fig. 7 zeigt, ist 15 cm hoch, $8^1/_2$ cm ist die Weite der oberen Oeffnung, ca. 13 cm der grösste Durchmesser des Bauches. Das Material ist ein hellgrauer, feiner Thon. Der Boden ist ganz leicht gewölbt, immerhin so wenig, dass man das Gefäss stellen kann. Der Rand ist glatt, gleichmässig. Als Verzierungen sind zunächst sechs Warzen angebracht, drei etwas grössere auf der stärksten Wölbung des Bauches, drei etwas kleinere auf der tiefsten Einziehung am Hals und zwar so verteilt, dass sie je auf einer Lücke zwischen zwei der unteren Warzen sitzen. Die übrigen Verzierungen bestehen aus scharf eingeritzten geraden oder leicht gebogenen Linien und Reihen eingedrückter 2—3 mm grosser Tupfen. Das Muster, das daraus entsteht, zeigt zunächst eine Doppelreihe der Tupfen unterhalb des Randes, ihm entlang ziehend. Von jeder oberen läuft zu jeder unteren Warze (also schräg abwärts) ein Linienpaar, die beiden Linien sich an den Warzen fast berührend, in der Mitte einen gegenseitigen Abstand von 1 cm wahrend; jede von ihnen wird aussen begleitet von einer Tupfenreihe. Dadurch entsteht ein grosses Zickzackband, das rings um das Gefäss läuft und dessen Zacken je durch eine Warze markiert sind. Von jeder unteren Warze zieht weiter je eine Tupfenreihe senkrecht nach oben gegen den Rand, nach unten zum Boden, nach rechts und links zur nächsten Warze. Von der Mitte zwischen zwei unteren Warzen zieht dasselbe Muster, wie es eben für die oberen Warzen beschrieben wurde, also Doppellinie, flankiert von je einer Tupfenreihe, nach abwärts, so dass hier ein dem ersten paralleles und gleiches Zickzackband entsteht, dessen Zacken einmal auf der (freien) Mitte zwischen zwei unteren Warzen, dann auf dem Boden des Gefässes sich finden, also mit den oberen Zacken correspondierend stehen. Die Löcher der Tupfenreihen und die Striche scheinen, wie ja schon oft beobachtet, mit weisser Kreidemasse ausgefüllt gewesen zu sein; Farbe wurde sonst nicht wahrgenommen.

Es sind also nur Gefässe vorhanden, deren Verzierung sie zur Gruppe der Bandkeramik weisen. Herr Dr. Köhl hatte die grosse Güte, mir (da ich eigene Erfahrung in diesen Fragen noch nicht sammeln konnte), nach einer ihm eingesandten Probe und Skizze zu bestimmen, dass es sich bei dem ganzen Gefässe um Spiralbandkeramik handle; ich möchte ihm auch an dieser Stelle für seine Liebenswürdigkeit danken. Wie ich schon oben erwähnte, ist der Fund zu gering (auch im zerstörten Teil des Feldes nicht Mischung

verschiedener Bestattungen auszuschliessen), so dass ich genauere Vergleichungen mit den Funden von KÖHL und SCHLIZ nicht anstellen will.

Endlich seien hier noch einige kurze Angaben über die

Skelettreste beigefügt, wobei ich mich ebenfalls auf eine ganz kurze Charakterisierung beschränken will; ich hoffe, es werde mir durch weitere Nachforschung gelingen, in unserer Kaiserstuhlgegend noch mehr ähnliche Funde zu machen; erst eine grössere Zahl und noch besser erhaltene Skelettfunde würden eine genauere osteologische Bearbeitung und Beurteilung des neolithischen Menschen erlauben, worüber, wie mir scheint, noch recht wenig bekannt ist.

Meine Skelette sind alle recht schlecht erhalten; von den langen Knochen fehlten fast sämtliche Gelenkenden; sie waren fast spurlos verschwunden, oder zu einer mehligen, bröckligen Masse verwandelt. Von den Schädeln ist nur einer (*b*) relativ vollständig erhalten, von den übrigen nur die Calvarien. Als Beitrag zu künftiger Arbeit gebe ich hier, ohne irgend welche Vergleichungen mit in der Litteratur niedergelegten Daten zu ziehen, folgende Maasse und deskriptiven Angaben:

Am besten erhalten ist wie gesagt Schädel *b*; hier fehlen nur Teile an der Schädelbasis, der Sphenoidkörper, Teile vom rechten Palatinum, Maxillare, Temporale, der linke Jochbogen. Schädel *a* besteht nur aus der hinteren Hälfte der Calotte; *c* aus der ganzen Calotte, ebenso *x*, wobei das rechte Scheitelbein zum Teil zerbrochen ist; bei der Calotte *y* fehlt das rechte Scheitelbein beinahe ganz, die Calotte *z* war in sieben grosse Stücke zerfallen, welche sich aber zusammenfügen liessen.

Eine sichere Geschlechtsbestimmung lässt sich nicht vornehmen, bezüglich des Alters geht aus dem Verhalten der Nähte, Zähne und sonstigen Merkmalen hervor, dass wir es nur mit völlig ausgewachsenen, zum Teil sehr alten Individuen zu thun haben.

Die Schädel sind nicht alle gleich, zwei fallen durch ihre dolichocephale Form auf (*z* und *c*), während die anderen mesocephal und der eine in geringem Grade brachycephal sind; der eine der beiden dolichocephalen (*z*) ist von allen Schädeln absolut der längste und zugleich absolut der schmalste; der andere (*c*) ist absolut klein, aber im Verhältnis zur Länge ist die Breite ganz besonders gering. So kommt es, dass der Längenbreitenindex für $z = 73{,}12$ und für $c = 72{,}99$ ist, während die Werte für *b x y* beziehentlich 78,80,

78,65 und 80,92 sind[1]. Auch aus anderen Maassen ergiebt sich die Schmalheit jener beiden Schädel. Höhenvergleiche lassen sich nicht anstellen, der Längenhöhenindex für *b* ist 76,09, die absolute Höhe ist ziemlich beträchtlich, 140 mm; der Breitenhöhenindex ist 96,55.

Ich will der nun folgenden Schilderung den vollständigsten Schädel (*b*) zu Grunde legen und jeweils die Abweichungen der anderen angeben, den Schluss soll eine Zusammenstellung der Zahlenwerte bilden. Von einer umfangreicheren Beifügung von Kurven und Abbildungen muss ich leider aus äusseren Gründen absehen.

Bevor die Normenbeschreibung folgt, seien hier einige Angaben über die allgemeinen Grössenverhältnisse gemacht.

Der Inhalt des Schädels *b* beträgt etwa 1370 ccm (Hirsemessung); eine genaue Messung ist unmöglich, da an der Basis einige Lücken sind; die angegebene Ziffer ist das Mindestmaass.

Gewichtsbestimmungen haben beim Erhaltungszustand meines Materials keinen Wert.

Auch die Umfänge lassen sich kaum bestimmen, für *b* ist der Horizontalumfang 515 (alle Maasse in mm), für *c* (den Langschädel) 478.

In der

Norma verticalis

betrachtet, stellt der Schädel ein kurzes Oral dar, dessen vorderes Ende gegen das hintere nur wenig verjüngt ist; die Stirnbreite ist ziemlich beträchtlich, der transversale Frontoparietalindex beträgt bei *b*, *x*, *y* die Werte: 68,97, 71,43 und 75,00, der für *c* und *z* = 72,44 und 69,85, so dass also für dieses Verhältnis die beiden Schädel sich nicht von den anderen scheiden.

Dagegen erscheint ihre Form, wie es der Längenbreitenindex vorhin anzeigte, viel länglicher; gegen die Stirngegend zu besonders schmäler; diese Verjüngung ist derart, dass von den Parietalhöckern aus die Seitenkontur des Schädels nicht im Bogen, sondern mehr geradlinig nach vorn zieht. Ein weiterer Unterschied ist der, dass die Scheitelgegend bei allen Schädeln ziemlich flach ist, nur bei *c* ist die Wölbung in der Querrichtung ziemlich stark bis nach vorn in die Stirngegend. Der flache Scheitel der anderen Schädel wölbt

[1] Bei *z* die Gesamtbreite durch Verdoppelung einer halben Breite gewonnen; ebenso einzelne sonstige Maasse.

sich nach allen Seiten gleichmässig sanft abwärts, Scheitel- und Stirnhöcker sind schwach entwickelt. Die grösste Schädelbreite liegt im Gebiet der Parietalhöcker. An Schädel *x* bemerkt man die bekannte durch Altersschwund bedingte starke Abplattung der Scheitelgegend sehr deutlich; stellenweise geht hier der Knochenschwund soweit, dass die Mitte der Parietalia nur halb so dick ist wie die Knochen der Nachbarschaft. Auch bei *c* sind ähnliche Verhältnisse, doch nicht so stark wahrzunehmen. Beide Schädel lassen ihr Alter auch durch völlige Obliteration der Sagittalnaht und Coronalnaht erkennen (*c* hat noch geringe Reste davon). Die Nähte der übrigen Schädel sind schwach gezahnt, *y* hat eine persistierende Stirnnaht.

Norma lateralis.

Von der Seite betrachtet erscheint der Schädel *b* mässig hoch; die Sagittalkurve wölbt sich sehr regelmässig, einen flachen Bogen darstellend; weder an Stirn noch am Hinterhaupt besteht starke Abknickung; letzteres springt in toto ein wenig vor; in der Form und Beschaffenheit der Kurve sind alle Schädel recht ähnlich, nur bei *y* ist sie etwas flacher, dagegen weicht *c* und *z* nicht von den anderen Schädeln ab. Die Länge des ganzen Sagittalbogens ist für $b = 376$.

Der Frontalbogen ist bei *b* recht flach, ohne vorspringende Glabella oder Augenbrauenwüllste; die Nasalia sind gegen die Frontallinie kaum nach vorn erhoben; bei *x* sieht man den Glabellarwulst deutlicher (die Nasalia fehlen den anderen Calvarien); die relative Länge des Frontal-Parietal-Occipitalbogens ist ungleich bei den einzelnen Schädeln, bei *b* und *y* ist der Frontalbogen kleiner als der parietale, bei *x* und *z* grösser (bei *c* nicht zu bestimmen); die Einzelwerte siehe Tabelle S. 14.

Die Höhe des Schädels *b* wurde oben schon angegeben, die der anderen ist nicht messbar. Die Calottenhöhe, über der Nasion-Inionebene, die ich dafür maass, betrug überall fast dasselbe, für $b = 110$; $c = 115$; $x = 112$; $y = 101$; $z = 111$.

Die Schläfengegend lässt zunächst eine ziemlich scharfe, als schwache Leiste sich erhebende Temporallinie erkennen, die aber nur kurz ist, nicht über die Coronarnaht hinausgeht; sie zieht dabei sehr flach; sie ist an allen Schädeln sichtbar. Was dann die Nahtverhältnisse hier anlangt, so zeigt *b* beiderseits einen Schaltknochen im Pterion, der aussieht, als ob er ein selbständiger *Pro-*

cessus frontalis des Temporale wäre, indem er in eine leichte Einbuchtung in dessen oberem Rande eingefügt ist. An den anderen Calvarien ist diese Gegend jeweils zerstört.

Auch der Gesichtswinkel lässt sich nur bei Schädel *b* bestimmen und zwar zu 81° (nach der Frankfurter Verständigung gemessen). Man sieht die Prognathie sehr gut an der Sapittalkurve, die ganze Profillinie, von der Stirn an, geht einheitlich nach vorn. Mittelgesichts- und Alveolarwinkel lassen sich wegen Fehlen der *Spina nasalis* und deren Umgebung nicht bestimmen. Die Zähne sitzen ziemlich senkrecht in der Alveole.

In der

Norma frontalis

erscheint das Gesicht mässig schmal (nur bei Schädel *b* ist das Gesicht erhalten), der Kollmannsche Gesichtsindex ist 91,54, die Jochbögen sind sehr wenig gewölbt; nach Virchow ist der Gesichtsindex relativ geringer: 122,68. In der Stirngegend fällt die Flachheit, das Fehlen einer Einbuchtung am Nasion besonders auf. Die Augenhöhlen sind geräumig, der Orbitalindex ist 84,62; der obere Augenhöhlenrand ist scharf, das Dach stark nach oben gewölbt; die Interorbitalbreite sieht wegen der Flachheit dieser Strecke grösser aus, als sie ist, der Interorbitalbreitenindex (Schwalbe) ist 22,77. Die Nase ist schmal, genaue Maassangaben der Oeffnung lassen sich nicht geben, da oben und unten Stücke der begrenzenden Knochen fehlen, der Nasalindex ist 48,08.

Die

Norma occipitalis

gleicht etwa einem regelmässigen, auf einer Seite ruhenden Fünfeck mit stark abgerundeten oberen (drei) Ecken. In der Mitte wölbt sich vom Inion an die Hinterhauptschuppe gleichmässig rundlich vor. *Protuberantia occipitalis externa* ist im allgemeinen wenig entwickelt, nur bei *y* springt sie als torusartiger Querwulst vor. Die Lambdanaht ist ziemlich reich gezackt, bei *z* finden sich in ihrer linken Hälfte mehrere kleine Nahtknochen, oberhalb ihrer Spitze auf der rechten Seite ein grösserer Knochen, davor ein kleinerer (*Interparietale* und *Praeinterparietale* [?], die betr. Stücke links wären dann mit dem *Parietale* verbunden, die Lambdanaht geht fast quer, ohne Spitze nach oben). Bei Schädelstück *a* findet sich ein richtiges *Interparietale bipartitum*; die beiden Knochen sind zusammen 53 mm breit, 42 lang, die Nähte sind sehr stark und fein gezackt.

Ueber die

Norma basilaris

kann ich nichts sagen, auch Schädel *b* zeigt hier zu viel Verletzungen; der Gaumen scheint kurz und breit zu sein; die Zähne sind gut entwickelt, gross, stark abgekaut, so dass ausgedehnte Abnützungsflächen bestehen; der hinterste Molar ist unter diesen der kleinste.

Der Unterkiefer zeigt ein sehr gut entwickeltes Kinn mit ziemlich spitzem Höcker; der ganze Bau ist ein ziemlich derber (Maasse vgl. Tabelle).

Ich gebe noch kurz die wichtigeren absoluten und Verhältnis-Zahlenwerte für die Schädel an:

Schädel	*b*	*c*	*x*	*y*	*z*
Grösste Länge	184	174	178	173	186
„ Breite	145	127	140	140	136
„ Höhe	140	—	—	—	—
Längen-Breiten-Index	78,80	72,99	78,65	80,92	73,12
„ Höhen- „	76,09	—	—	—	—
Breiten- „ „	96,55	—	—	—	—
Sagittalumfang	376	—	—	—	—
Frontalbogen	124	245	137	117	134
Parietalbogen	140		124	122	127
Sagitt. Fronto- par. Ind.	112,90	—	90,51	104,27	94,78
Occipitalbogen	112	—	—	—	—
Horizontalumfang	515	478	—	—	—
Vert. Querumfang	330	—	—	—	—
Ohrhöhe	128	—	—	—	—
Calottenhöhe	110	115	112	101	111
Kleinste Stirnbreite	100	92	(ca.) 100	105	95
Fronto- pariet. Ind. (transv.)	68,97	72,44	71,43	75,00	69,85
Schädelbasislänge	99	—	—	—	—
Schädelbasisbreite	101	—	—	—	—

Gesichtsmaasse für Schädel *b*.

Jochbogenbreite	130	Orbitalindex	84,62
Obere Gesichtsbreite	107	Nasenbreite	25
Mittelgesichtsbreite	97	Nasenlänge	56
Gesichtshöhe	119	Nasalindex	48,08
Obergesichtshöhe	70	Maxillarlänge	50
Gesichtsindex (KOLLMANN)	91,54		
„ „ (VIRCHOW)	122,68	Unterkiefer:	
Obergesichtsindex (K.)	53,85	Condylenbreite	109
„ „ (V.)	72,16	Winkelbreite	89
Interorbitalbreite	23	Kinnhöhe	32
Orbitalbreite	39	Asthöhe	64
Orbitalhöhe	33	Astbreite	35
Interorbitalbreitenindex	22,77	Profilwinkel	81°

Eine Trennung der Schädel in zwei Gruppen lässt sich bei deren mangelhaftem Erhaltungszustand nicht vornehmen; so kann

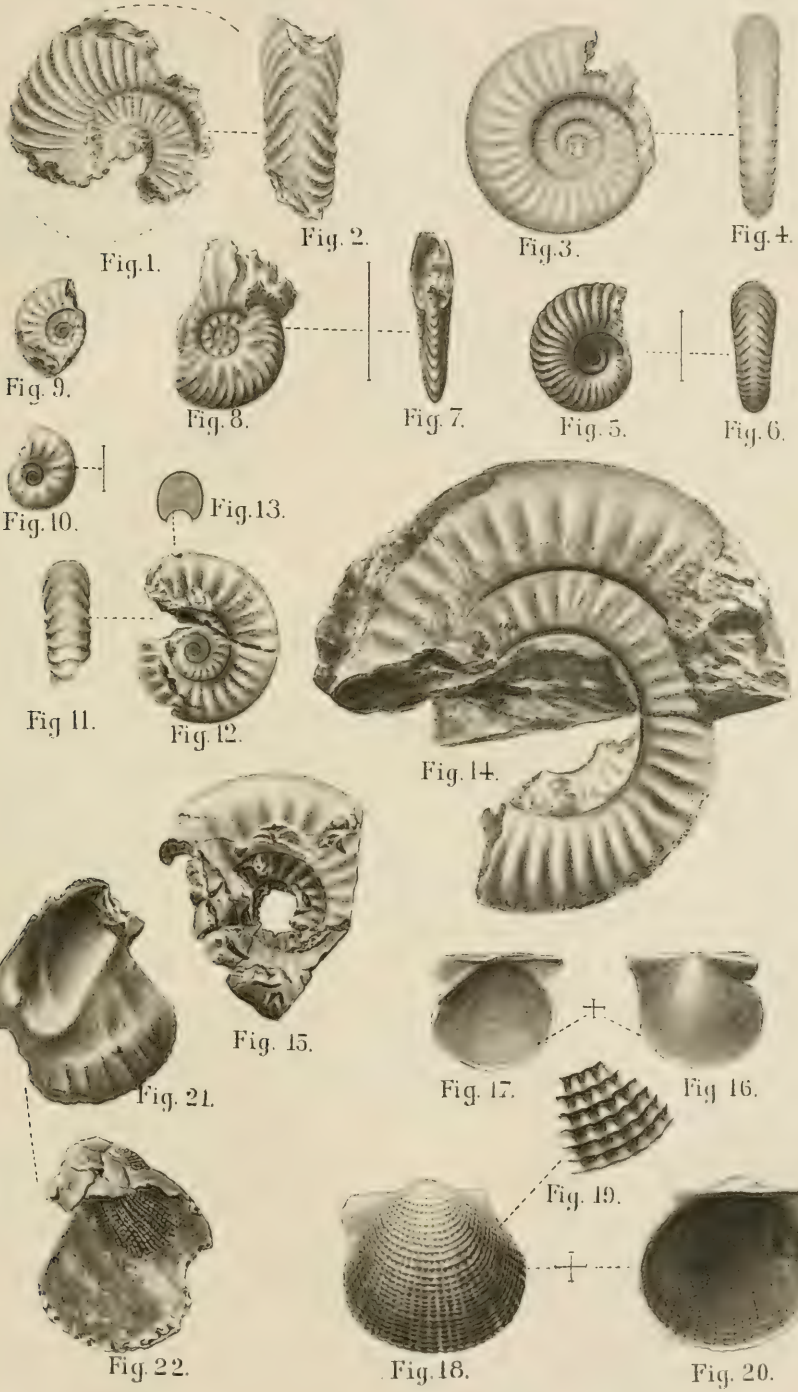
man nach der Schädelbeschaffenheit keineswegs die beiden Nichthocker herausfinden; wohl sind diese sich (*x* und *z*) in einzelnen Punkten gleich, aber auch die anderen Schädel zeigen in diesen oder anderen Merkmalen keine scharfe Sonderung.

Das übrige Skelett lohnt seines Erhaltungszustandes wegen eine ausführliche Beschreibung nicht; soweit eine einfache Betrachtung belehrt, scheint es Besonderheiten nicht aufzuweisen, insbesondere entspricht die Länge der langen Extremitätenknochen durchaus den Werten, wie sie unsere recenten Knochen zeigen; ebenso sind Krümmungsverhältnisse und Knochenrelief scheinbar die gewöhnlichen, doch halte ich auf Grundlage von genügendem Material eine Bearbeitung dieser Fragen für äusserst wichtig.

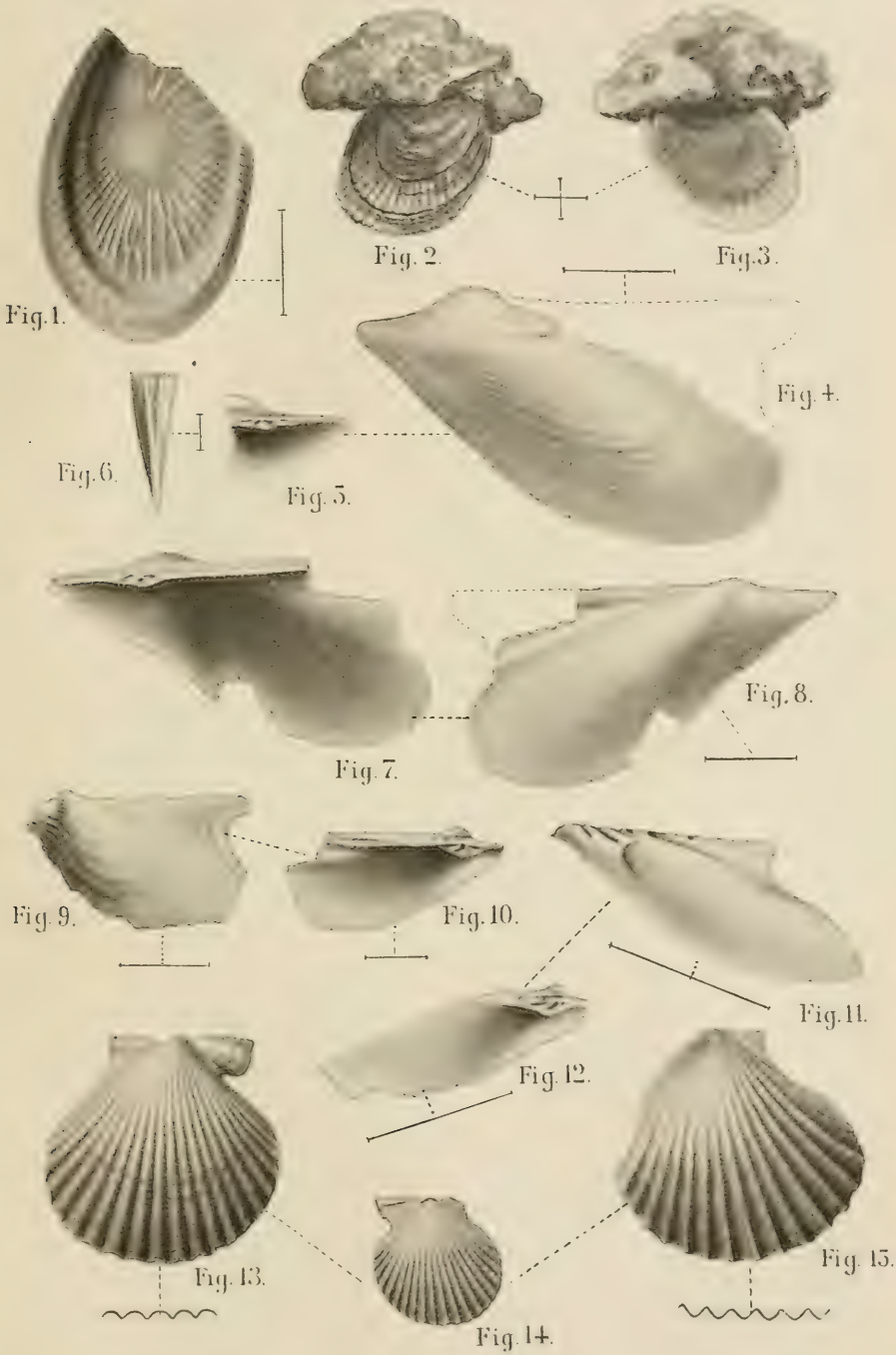
Man sieht aus vorliegender Beschreibung, dass ich leider nur dürftige Fragmente schildern konnte, ich glaubte aber trotzdem, dies thun zu sollen; bei derartigem prähistorischen Material scheint mir für eine künftige genaue Bearbeitung der Skelettverhältnisse der Hockergräberbevölkerung einstweilen jede, auch die bescheidenste Beisteuer von Material nötig und berechtigt, bis man diese kleinen Bausteine wird endgültig zusammenfügen können zu einem Bilde vom Aussehen der einzelnen prähistorischen Menschenrassen.

Die vorliegende kleine Skizze hatte den Zweck, das Vorkommen von Hockergräbern in Südbaden festzulegen. Es bestand also auch im Oberrheinthal Siedelung zur sogenannten jüngeren Steinzeit; die Keramik weist den Typus der Spiralbandkeramik auf, gehört also in den Kulturkreis, der uns in den Funden der pfälzisch-rheinischen Ebene entgegentritt. Eine genauere kritische Bearbeitung der sich hierbei aufdrängenden Fragen ist mir nicht ausführbar gewesen, so mögen diese Zeilen einfach als Materialbeitrag angesehen werden.

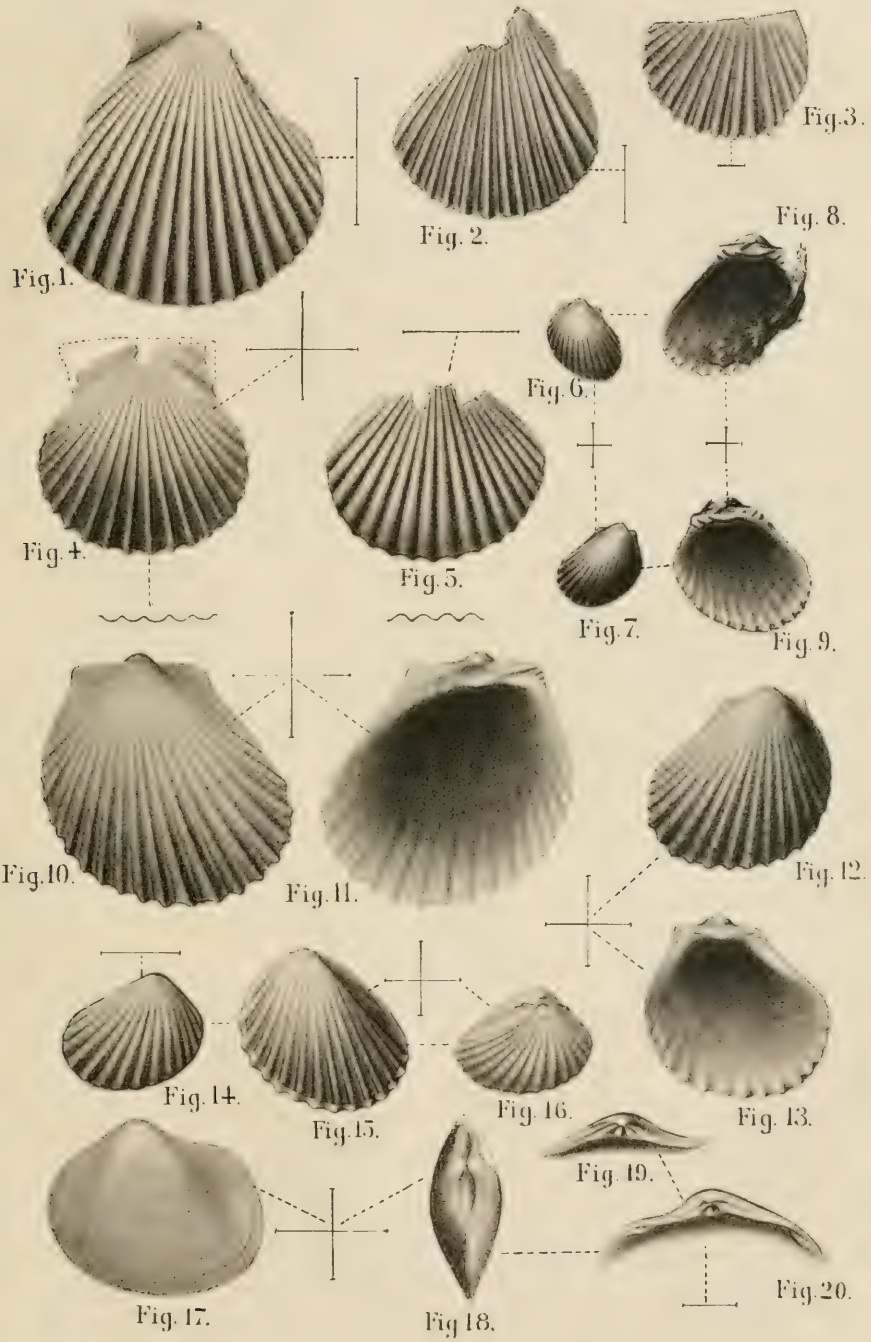
Freiburg i. Br., Juni 1903.



Lichtdruck v. Carl Ebner, Stuttgart.



Lichtdruck v. Carl Ebner, Stuttgart.



Lichtdruck v. Carl Ebner, Stuttgart

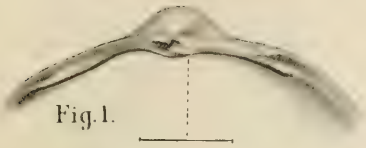


Fig. 1.

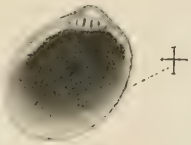


Fig. 2.

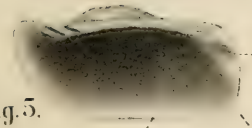


Fig. 5.

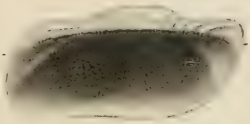


Fig. 4.

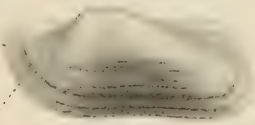


Fig. 3.

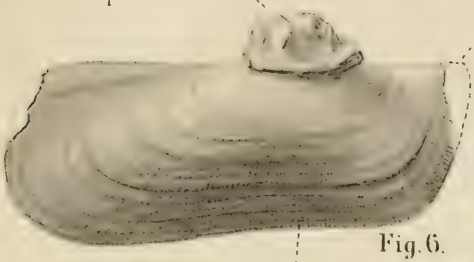


Fig. 6.

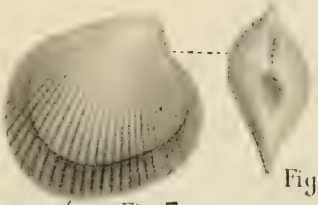


Fig. 7.

Fig. 8.

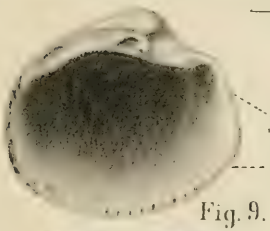


Fig. 9.

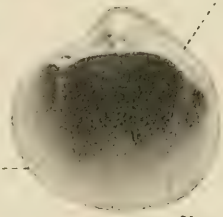


Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 15.

Fig. 14.

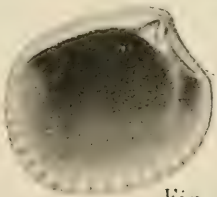


Fig. 13.

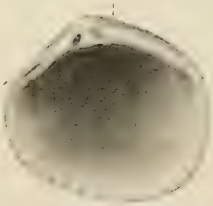


Fig. 12.

Fig. 16.

Fig. 17.

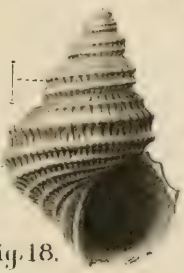


Fig. 18.

Fig. 20.

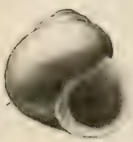


Fig. 21.

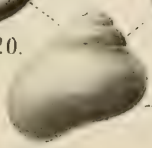


Fig. 19.

Lichtdruck v. Carl Ebner, Stuttgart

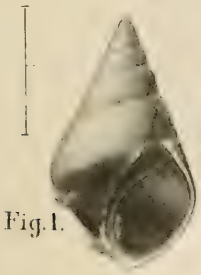


Fig. 1.

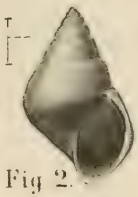


Fig. 2.

Fig. 3.

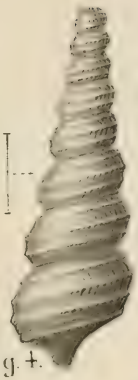


Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

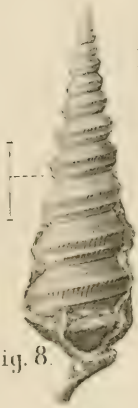


Fig. 8.

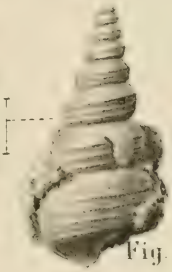


Fig. 9.

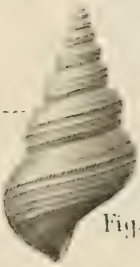


Fig. 10.

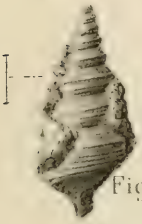


Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 14.

Fig. 15.

Fig. 18.

Fig. 17.

Fig. 16.

Fig. 19.

Lichtdruck v. Carl Ebner, Stuttgart.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

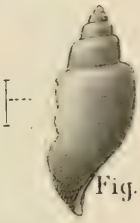


Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

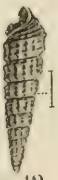


Fig. 12.

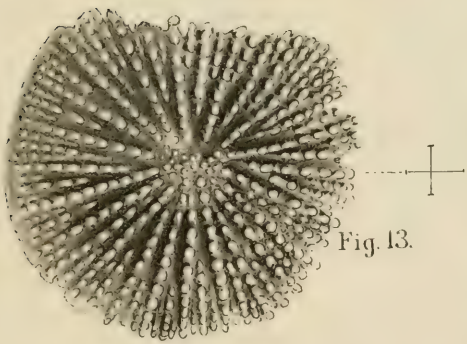


Fig. 13.

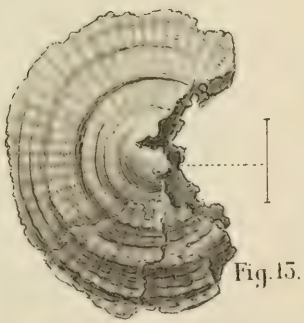


Fig. 15.

Fig. 14.

Fig. 17.

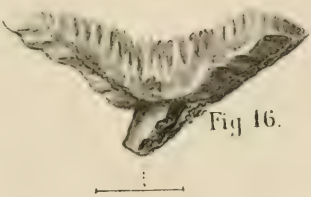
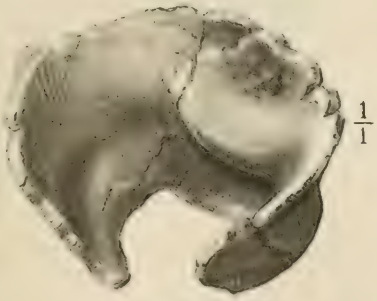


Fig. 16.

Lichtdruck v. Carl Ebner, Stuttgart.

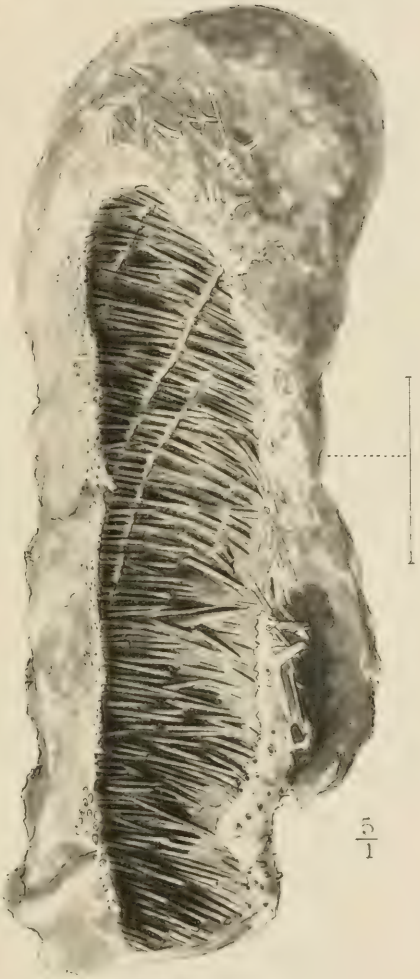


1/1

Fig. 1.

1/1

Fig. 2.



1/1

Fig. 3.

Lichtdruck v. Carl Ebner, Stuttgart

3/1

Fig. 1.

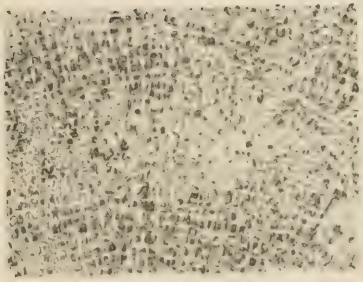
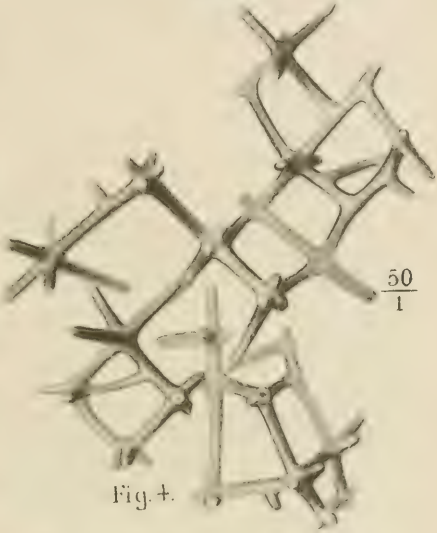


Fig. 2.

15/1

Fig. 3.



50/1

Fig. 4.

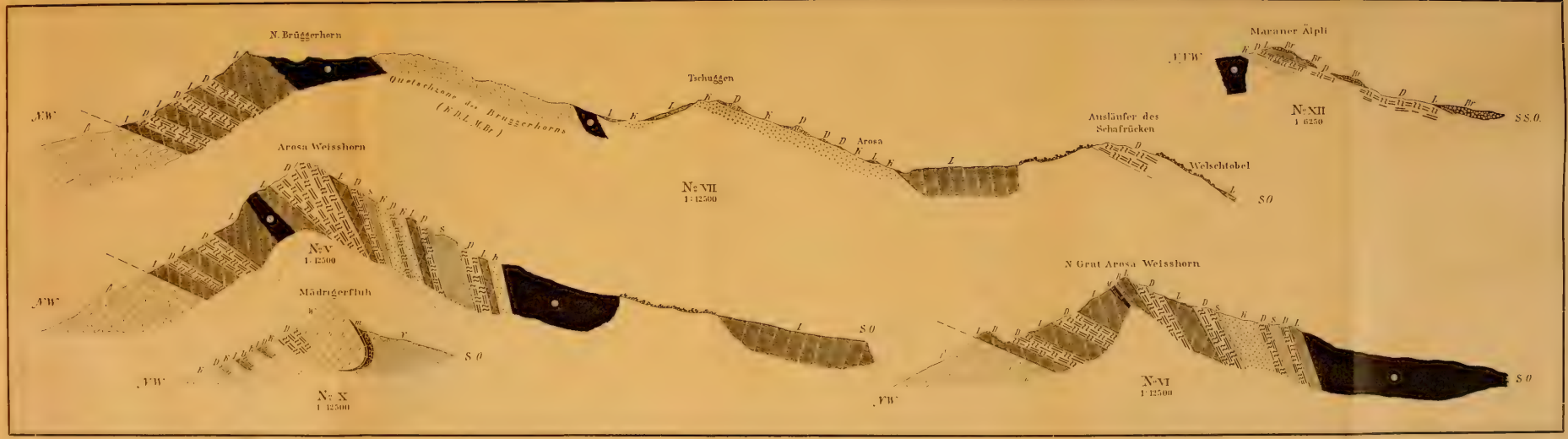
25/1

Fig. 5.

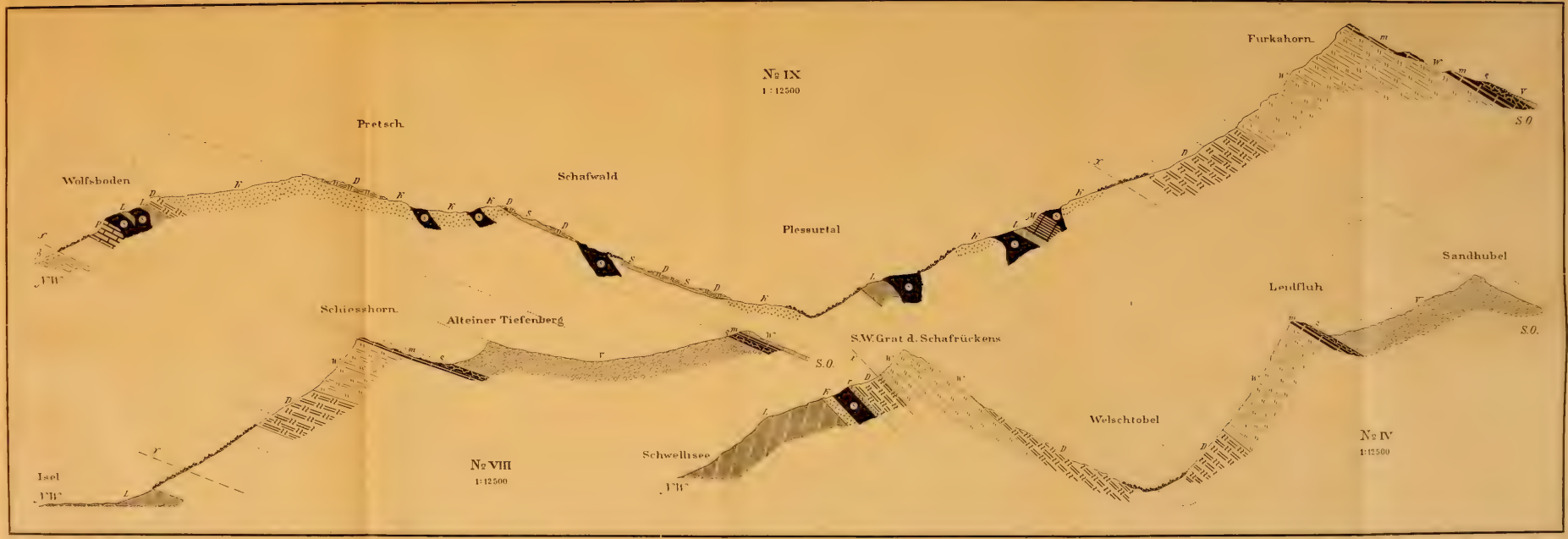
Lichtdruck v. Carl Ebner, Stuttgart

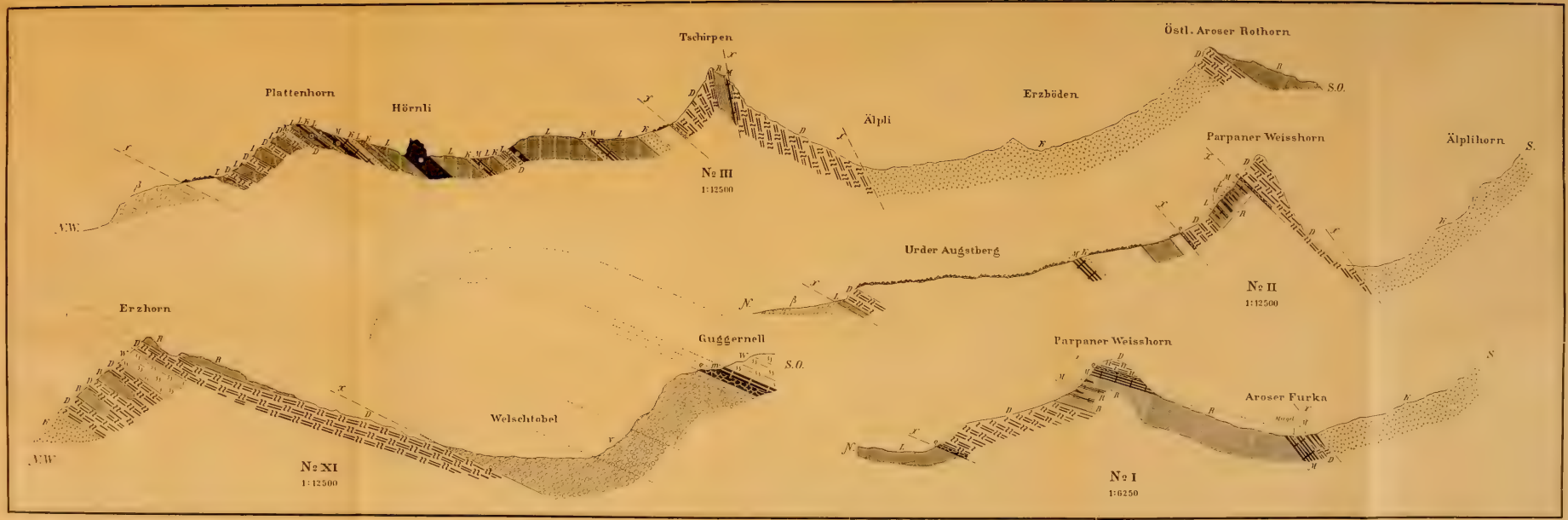
Normaler
Faltenbau
Zwischen-
stück
Aufbruchzone
mit bas. Eruptivgest.
S.O.
N.W.
Br
P
M
L
Lb
R
D
W
m
Q
V
r
K
S
Kr Kristallin
V Verrucano
S Buntsandstein
Q Rauhwacke I
m Muschelkalk
W Wetterstein dolomit
T Rauhler
D Hauptdolomit
R Rhät
L Lb Liasschiefer, Liasbreccie
M Radiolarien hornstein
P Pretschkalk
Br Cenomanbreccie

Berichte d. Naturf. Gesellschaft Freiburg i. B. Band XIII. 1903. H. Hoek: Arosa. Taf. X.

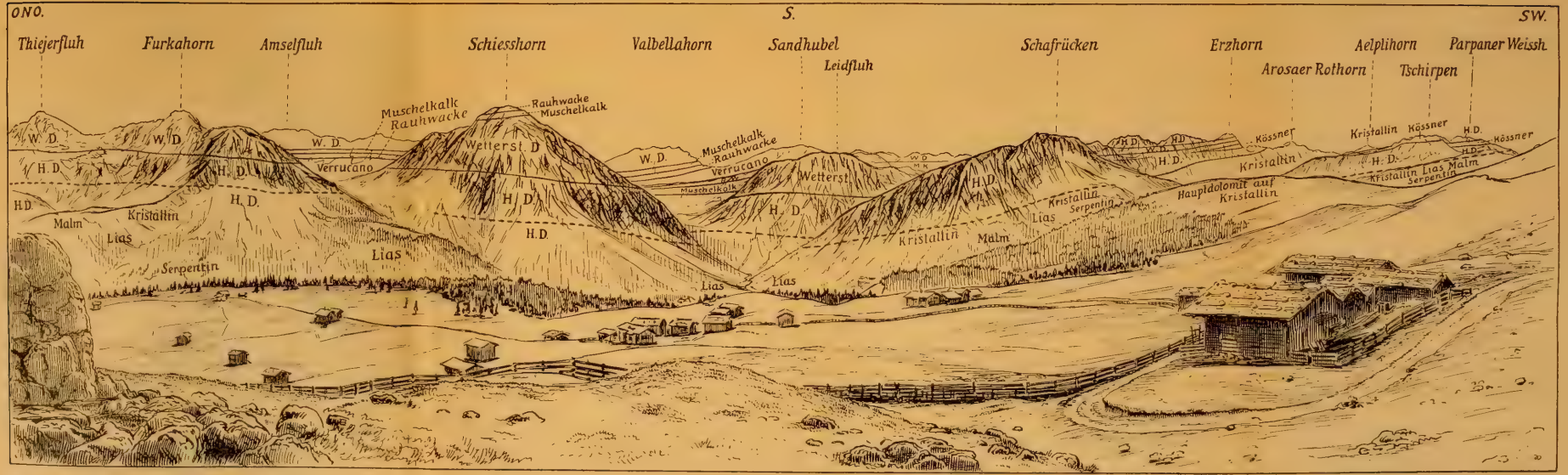


H. Hoek: Arosa. Taf. XI.


№ IX
1 : 12500
Furkahorn
Pretsch
Wolfsboden
Schafwald
Plessurtal
Sandhubel
Leidfluh
Schiesshorn
Alteiner Tiefenberg
S.W. Grat d. Schafrückens
S.O.
Welschtobel
№ IV
1:12500
№ VIII
1:12500
Schwellisee
Isel
NW.
SW.


Tschirpen
Östl. Aroser Rothorn
Plattenhorn
Hörnli
Älpli
Erzböden
S.O.
NW.
№ III
1:12500
Parpaner Weisshorn
Älplihorn
S.
Urder Augstberg
N.
№ II
1:12500
Erzhorn
Guggernell
S.O.
Welschtobel
NW.
№ XI
1:12500
Parpaner Weisshorn
Aroser Furka
S.
N.
№ I
1:6250

Strela-Amselfluhkette und Schafrücken Erzhornkette („Zone normaler Faltung"), sowie Tschirpen und Parpaner Weisshorn („Zwischenstück") von Maran gesehen.
Im Vordergrund das Plateau von Arosa („Aufbruchzone").



Berichte

der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br.

Erscheinungsweise und redaktionelle Bestimmungen.

Die „Berichte“ erscheinen in **zwangloser** Folge.

24 Druckbogen, wobei auch jede den Raum einer Druckseite einnehmende Tafel als 1 Druckbogen gerechnet wird, bilden einen Band.

Der Abonnementspreis ist auf M. 12.— festgesetzt.

In den „Berichten“ finden Aufnahme:

I. Abhandlungen aus dem Gebiete der Naturwissenschaften.

II. Kürzere Mitteilungen über bevorstehende grössere Publikationen, neue Funde etc. etc.

Die für die „Berichte“ bestimmten Beiträge sind in vollständig druckfertigem Zustande an ein Mitglied der Redaktionskommission einzusenden.

Ueber die Aufnahme und Reihenfolge der Beiträge entscheidet lediglich die von der Naturforschenden Gesellschaft ernannte Redaktionskommission. Auch ist mit dieser über die etwaige Beigabe von Tafeln und Illustrationen zu verhandeln.

Der Autor erhält 50 Freiexemplare und ausserdem jede beliebige Anzahl von Sonderabdrücken von der Druckerei (C. A. Wagner) zum Selbstkostenpreise.

Die Sonderabdrücke müssen spätestens bei Rücksendung der Korrektur bestellt werden.

Sonderabdrücke von **Abhandlungen** können dem Autor unter Umständen erst am Tage der Ausgabe des betr. Heftes zugestellt werden, solche von „kleineren Mitteilungen“ dagegen sofort.

Die Redaktions-Kommission.

Professor Dr. **A. Gruber.** Prof. Dr. **J. Lüroth.**

Prof. Dr. **G. Steinmann.** Dr. **K. Gerhardt.**

Als Sonderabdrücke

sind durch

J. C. B. Mohr (Paul Siebeck) in Tübingen und Leipzig

zu beziehen:

Lorenz, Th. Geologische Studien im Grenzgebiete zwischen helvetischer und ostalpiner Facies. II. Teil. Südlicher Rhaetikon. Mit 9 Tafeln und 19 Figuren im Text. 1901. M. 4.—.

Meyer, G. Erdmagnetische Untersuchungen im Kaiserstuhl. Mit 4 Tafeln. 1902. M. 3.—.

Bistram, Freiherr von. Beiträge zur Kenntnis der Fauna des unteren Lias in der Val Solda. Geologisch-paläontologische Studien in den Comasker Alpen. I. Mit 8 Tafeln. 1903. M. 4.—.

Hoek, Henry. Geologische Untersuchungen im Plessurgebirge um Arosa. Mit 1 Karte, 1 Panorama, 4 Profiltafeln und 20 Figuren im Text. 1903. M. 4.—.

3 2044 106 306 509

Date Due

MAR 25 1954